



Jasa penyerbukan serangga pengunjung bunga pada pertanaman stroberi di Ciwidey, Bandung

Pollination services of flower-visiting insects in strawberry fields in Ciwidey, Bandung

Siti Masyitah¹*, Aunu Rauf², Nina Maryana², Sih Kahono³

¹Program Studi Entomologi, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

²Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

³Museum Zoologicum Bogoriense, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jalan Raya Bogor-Cibinong, Bogor 16911

(diterima April 2018, disetujui Maret 2019)

ABSTRAK

Stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.) merupakan tanaman hortikultura yang penyerbukannya sebagian tergantung pada serangga. Studi dilaksanakan pada pertanaman stroberi di Ciwidey-Bandung, dengan tujuan untuk memperkirakan kontribusi dari serangga pengunjung bunga terhadap kesuksesan penyerbukan stroberi. Di dalam studi ini kontribusi tersebut dinilai dari kelimpahan spesies serangga pengunjung bunga dan durasi kunjungan pada bunga, serta efisiensi penyerbukan yang diukur dari jumlah akene yang berkembang, bobot, dan ukuran buah, serta waktu matang buah. Hasil studi menunjukkan bahwa terdapat empat spesies serangga pengunjung bunga stroberi yang paling umum dijumpai, yaitu dua lalat bunga *Episyrphus balteatus* (Deg.) (47,3%) dan *Melanostoma* sp. (33,8%); serta dua lebah *Lasioglossum* sp. (7,0%) dan *Apis cerana* Fabricius (5,3%). Durasi kunjungan pada setiap bunga oleh kelompok lalat bunga berlangsung 7,75–10,00 menit, sedangkan oleh kelompok lebah 0,25–0,79 menit. Buah stroberi yang berkembang dari bunga yang mendapat kunjungan tunggal oleh setiap spesies serangga menghasilkan buah dengan jumlah akene berkembang 1,6–1,8 kali lipat lebih banyak, bobot buah 1,8–2,3 kali lipat lebih berat, diameter buah 1,2–1,3 kali lipat lebih lebar, serta waktu matang buah 1–3 hari lebih singkat, dibandingkan dengan buah yang berasal dari bunga yang tidak dikunjungi serangga. Keberadaan lebah dan lalat bunga memberikan sumbangan yang penting terhadap penyerbukan pertanaman stroberi di Ciwidey. Temuan dari penelitian ini berimplikasi terhadap peningkatan hasil panen stroberi melalui pengelolaan serangga penyerbuk.

Kata kunci: penyerbukan, serangga pengunjung bunga, stroberi

ABSTRACT

Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) is a horticultural crop whose pollination partly depends on insects. Study was conducted in a strawberry field in Ciwidey-Bandung, with the objective to assess the contribution of flower-visiting insects to strawberry pollination. In this study, the contribution was assessed by pollinators abundance, duration of visits to flower, and pollination efficiency i.e. number of developed achenes, fruit weight and size, and ripening time. The study recorded four most frequent strawberry flower visiting insects which were two hoverfly species: *Episyrphus balteatus* (Deg.) (47.3%) and *Melanostoma* sp. (33.8%); and two bee species: *Lasioglossum* sp. (7.0%) and Asian honey bee *Apis cerana* Fabricius (5.3%). Duration of visit per flower by the hoverflies was 7.75–10,00 minutes and by the bees was 0.25–0.79 minutes. Fruits developed from flowers that had received a

*Penulis korespondensi: Siti Masyitah. Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Tel/Faks: 0251-8629364/0251-8629362, Email: ithaspp@gmail.com

single visit by each insect species had more number of developed achenes (1.6–1.8 times), higher fruit weight (1.8–2.3 times), bigger fruit size (1.2–1.3 times), and shorter ripening time (1–3 days), compared to those fruits developed from flowers not visited by the insect. The presence of bees and hoverflies play an important contribution to strawberry pollination in Ciwidey. Our findings have implications for increasing strawberry yield through management of insect pollinators.

Key words: flower-visiting insects, pollination, strawberry

PENDAHULUAN

Tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting di Indonesia, dengan luas pertanaman pada tahun 2014 sekitar 787 ha yang sebagian besarnya (68%) terdapat di Jawa Barat (Kementerian Pertanian 2015). Buah stroberi merupakan buah agregat yang terbentuk dari bagian reseptakel bunga yang membengkak, yang pada permukaannya terdapat banyak buah sejati (*true fruit*) atau akene (*achene*), masing-masing dengan satu ovul. Akene yang berisi ovul yang dibuahi menghasilkan auksin yang memicu perkembangan reseptakel (Nitsch 1950; Symons et al. 2012). Oleh karena itu, agar dihasilkan buah stroberi dengan bentuk yang sempurna, setiap akene harus dapat dibuahi. Buah akan mengalami malformasi jika ada sebagian akene yang tidak dibuahi. Dalam kaitan ini, tingkat penyerbukan yang rendah merupakan penyebab utama terjadinya malformasi buah.

Penyerbukan pada stroberi dapat terjadi melalui kombinasi gravitasi dan angin, tetapi tingkat keberhasilan penyerbukannya jarang melebihi 60% jika tidak ada bantuan penyerbukan silang oleh serangga (Connor 1970). Keberhasilan penyerbukan sendiri yang rendah terjadi karena posisi stamen lebih rendah daripada stigma, serta masa reseptif stigma berlangsung lebih awal, yaitu sebelum anter dari bunga yang sama siap melepaskan polen (McGregor 1976). Free (1968) dan Deepika et al. (2018) melaporkan tingkat malformasi buah stroberi pada kondisi tanpa kehadiran serangga penyerbuk berturut-turut 48,6% dan 52,9%; angka yang jauh lebih tinggi (92%) dilaporkan oleh Wietzke et al. (2018).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa bunga stroberi dikunjungi oleh banyak spesies serangga yang ada di alam. Nye & Anderson (1974) menginventarisasi sebanyak 108 spesies yang mewakili 35 famili dan 7 ordo serangga yang mengunjungi bunga stroberi di Utah (AS),

dengan lebah (Hymenoptera: Apidae) dan lalat bunga (Diptera: Syrphidae) sebagai kelompok serangga yang dominan. de Oliveira et al. (1991) melaporkan 32 spesies serangga pengunjung bunga stroberi di Quebec (Canada), dengan lebah Apidae dan Halictidae serta lalat Syrphidae sebagai yang paling dominan. Begitu pula Abrol et al. (2019) melaporkan 20 spesies pengunjung bunga stroberi di Jammu (India), dengan yang paling umum dijumpai, selain Apidae adalah lebah Halictidae dan lalat bunga Syrphidae. Banyaknya serangga yang mengunjungi bunga stroberi mungkin karena struktur bunga stroberi memiliki serbuk sari yang tidak tersembunyi dan mudah dijangkau oleh kebanyakan serangga yang hidup liar di alam (Nye & Anderson 1974; Albano et al. 2009a). Menurut Rader et al. (2009) spesies serangga penyerbuk yang efektif adalah yang kelimpahannya tinggi, aktif bergerak dari bunga ke bunga (laju kunjungan tinggi), dan mampu memindahkan banyak polen ke stigma.

Di Indonesia, penelitian tentang serangga penyerbuk pada stroberi belum banyak dilakukan dan masih terbatas pada inventarisasi (Widhiono & Sudiana 2016). Penelitian ini bertujuan memperkirakan kontribusi dari berbagai spesies serangga utama pengunjung bunga terhadap jasa penyerbukan pada pertanaman stroberi. Jasa penyerbukan tersebut diukur dengan menggunakan kriteria majemuk yang diajukan oleh Rogers et al. (2013), yang meliputi kelimpahan berbagai spesies serangga pengunjung bunga, durasi kunjungan pada bunga, serta efisiensi penyerbukan berdasarkan pengaruh kunjungan terhadap jumlah akene yang dibuahi (berkembang), bobot dan ukuran buah, serta umur matang buah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan sejak bulan April sampai Juli 2017, dan berlokasi di Kecamatan

Ciwidey, Bandung, Jawa Barat (07°07'43,6"LS, 107°25'59,2"BT), dengan ketinggian 1.395 m dpl. Penelitian dilaksanakan pada pertanaman stroberi milik petani.

Keadaan umum pertanaman

Varietas stroberi yang ditanam adalah Earlibrite. Tanaman stroberi ditanam pada media tanah dalam polibag ($t=50$ cm, $d=30$ cm). Setiap polibag berisi 4 tanaman stroberi. Polibag yang berisi tanaman disusun per baris dengan jarak antar barisan polibag 50 cm dan dalam baris 20 cm. Pemupukan tanaman dilakukan satu bulan sekali menggunakan pupuk kandang dan pupuk NPK (16:16:16). Pupuk kandang dan pupuk NPK terlebih dahulu dicairkan dan dicampurkan ke dalam drum yang berisi 100 l air, kemudian disiramkan pada tanaman sebanyak dua gayung per polibag tanaman. Pengendalian gulma dilakukan secara manual sebulan sekali. Pengendalian hama menggunakan insektisida berbahan aktif abamektin dan sipermetrin, sedangkan pengendalian penyakit menggunakan fungisida berbahan aktif propineb, klorotalonil atau difenokonazol. Aplikasi insektisida dan fungisida dilakukan setiap dua minggu.

Kelimpahan serangga penyerbuk

Pengamatan kelimpahan serangga penyerbuk dilakukan selama periode pembungaan, pada saat cuaca cerah atau tidak hujan, dan berlangsung dari pukul 07.00 sampai dengan pukul 16.00 WIB. Pengamatan dilakukan pada lima lahan pertanaman stroberi, yang masing-masing berukuran sekitar 0,25 ha. Untuk maksud tersebut, pada setiap lahan dipilih lima baris tanaman yang tersebar di pertanaman, dengan setiap baris tanaman diamati selama 10 menit. Setiap baris tanaman berisi 50 polibag tanaman stroberi. Pengamatan mencakup sisi kanan dan kiri tanaman. Serangga yang ada pada bunga dicatat dan ditangkap menggunakan jaring serangga ($d=25$ cm), kemudian dimasukkan ke dalam botol pembunuh (*killing bottle*) yang telah diberi etil asetat teknis. Serangga selanjutnya dimasukkan ke dalam botol sampel dan kertas papilot lalu diawetkan secara kering serta diberi label sesuai kode lokasi. Selanjutnya semua serangga didalam kertas papilot dan botol sampel dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi sampai tingkat genus atau spesies berdasarkan kunci yang

terdapat pada beberapa buku (Michener 2000; Wilson & Carril 2016). Identifikasi juga dilakukan menggunakan spesimen koleksi standar yang terdapat di Museum Serangga, Institut Pertanian Bogor.

Durasi kunjungan

Pengamatan durasi kunjungan serangga pada bunga stroberi difokuskan pada empat spesies serangga penyerbuk yang dominan, sesuai hasil penelitian sebelumnya tentang kelimpahan (lihat bagian Hasil). Pengamatan dimulai sejak serangga hinggap pada suatu bunga hingga terbang meninggalkan bunga tersebut. Pengamatan dilakukan terhadap 20 individu untuk setiap spesies sebagai ulangan. Durasi kunjungan dicatat dengan bantuan *stopwatch*. Selama berada pada bunga, perilaku serangga dalam memperoleh polen atau nektar diamati dan dicatat. Pengamatan dilakukan secara terpisah, yaitu pada saat yang berbeda untuk setiap individu serangga penyerbuk.

Efisiensi penyerbukan

Seperti pada percobaan durasi kunjungan, pengamatan efisiensi penyerbukan dilakukan hanya untuk serangga penyerbuk yang dominan. Pada percobaan ini, bunga yang masih belum mekar dipilih secara acak dan setiap bunga dikurung dengan selubung kain kasa (12 mesh). Keesokan harinya, pada saat bunga mulai mekar, selubung kasa dilepas agar dikunjungi oleh serangga penyerbuk. Bunga yang telah mendapat satu kali kunjungan serangga segera dikurung kembali dengan kain kasa, kemudian diberi label menurut tanggal dan spesies serangga yang berkunjung. Setelah masa penyerbukan selesai, ditandai oleh gugurnya mahkota bunga, selubung kain kasa dibuka untuk menghindari pengaruh buruk selubung terhadap perkembangan buah. Buah yang terbentuk diamati sampai siap untuk dipanen. Sebagai kontrol adalah bunga yang penyerbukannya hanya melalui bantuan angin dan gravitasi. Untuk maksud tersebut, selubung kain kasa tidak dilepas selama bunga mekar. Baru setelah masa penyerbukan selesai, selubung kemudian dilepas. Percobaan dilakukan terhadap 20 bunga untuk setiap spesies serangga sebagai ulangan. Buah yang telah matang dipanen dan kemudian dilakukan pengukuran bobot, diameter,

panjang buah. Umur matang buah, sejak bunga diserbuki hingga buah siap panen dicatat. Selain itu, dilakukan pengamatan terhadap jumlah akene yang dibuahi. Untuk maksud tersebut, setiap buah dimasukkan ke dalam 100 ml air, lalu secara bersama dilumatkan menggunakan blender untuk memisahkan akene dari daging buah. Setelah terpisah, seluruh akene dimasukkan ke dalam gelas bening yang berisi 50 ml air. Akene yang dibuahi lebih berat daripada air sehingga tenggelam ke dasar gelas, sedangkan yang tidak dibuahi lebih ringan sehingga terakumulasi di permukaan air (Klatt et al. 2013).

Analisis data

Perbedaan durasi kunjungan di antara empat spesies serangga penyerbuk diperiksa dengan analisis ragam (ANOVA). Selain itu, analisis ragam juga diterapkan untuk memeriksa pengaruh kunjungan serangga terhadap bobot, diameter, panjang, dan waktu matang buah, serta jumlah akene yang dibuahi. Bila pengaruh perlakuan berbeda nyata, pengujian dilanjutkan dengan uji Tukey dengan selang kepercayaan 95%. Analisis regresi dibuat untuk memeriksa hubungan antara jumlah akene yang dibuahi dengan bobot buah, diameter buah, dan waktu matang buah. Seluruh analisis dilakukan dengan bantuan program *IBM SPSS Statistics 22*.

HASIL

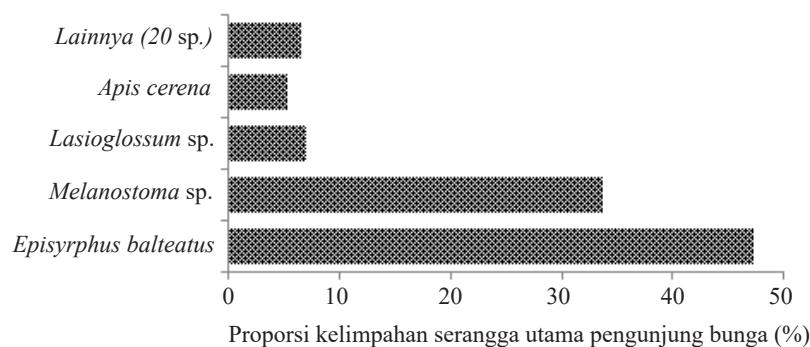
Kelimpahan dan durasi kunjungan serangga pengunjung bunga stroberi

Selama penelitian berlangsung berhasil dikoleksi sebanyak 5.154 individu serangga pengunjung bunga stroberi, yang terdiri dari 4.416

individu Diptera yang mewakili 14 spesies dan 738 individu Hymenoptera yang mewakili 10 spesies. Empat spesies yang paling umum dijumpai adalah lalat bunga *Episyrphus balteatus* (Deg.) (Diptera: Syrphidae), *Melanostoma* sp. (Diptera: Syrphidae), serta lebah *Apis cerana* Fabricus (Hymenoptera: Apidae) dan *Lasioglossum* sp. (Hymenoptera: Halictidae), dengan proporsi beturut-turut 47,3%, 33,8%, 5,3%, dan 7,0% (Gambar 1). Selama penelitian tidak dijumpai adanya lebah madu *Apis mellifera* Linnaeus dan teuweul *Tertagonula laeviceps* (Smith) pada pertanaman stroberi di Ciwidey.

Durasi kunjungan keempat spesies serangga penyerbuk berbeda sangat nyata ($F_{3,76} = 39,92$; $P < 0,001$), terutama antara kelompok lebah dan lalat bunga. Rataan durasi kunjungan yang paling singkat diperlihatkan oleh lebah *A. cerana* ($0,25 \pm 0,03$ menit/bunga), diikuti oleh *Lasioglossum* sp. ($0,79 \pm 0,26$ menit/bunga). Durasi kunjungan yang lebih lama dilakukan oleh lalat bunga *Melanostoma* sp. ($7,75 \pm 1,32$ menit/bunga) dan *E. balteatus* ($10,00 \pm 0,78$ menit/bunga) (Gambar 2).

Selama mengunjungi bunga, lebah *A. cerana* aktif mengumpulkan polen dan nektar dengan cara kontak langsung alat mulutnya ke bagian kepala sari bunga dan mengambil nektar pada dasar bunga. Semua kepala sari di sekeliling putik satu per satu dijangkau oleh serangga. Polen dikumpulkan pada korbikula yang terdapat pada tungkai bagian belakang tubuh serangga. Seperti *A. cerana*, lebah *Lasioglossum* sp. juga mengumpulkan polen dan nektar. Pada lebah yang disebut belakangan ini, polen tidak hanya dikumpulkan pada tungkai belakang, tetapi juga pada rambut-rambut yang terdapat pada bagian ventral abdomen. Selain itu, karena tubuhnya berukuran kecil, lebah *Lasioglossum* sp. mampu



Gambar 1. Proporsi kelimpahan empat spesies serangga utama pengunjung bunga stroberi.

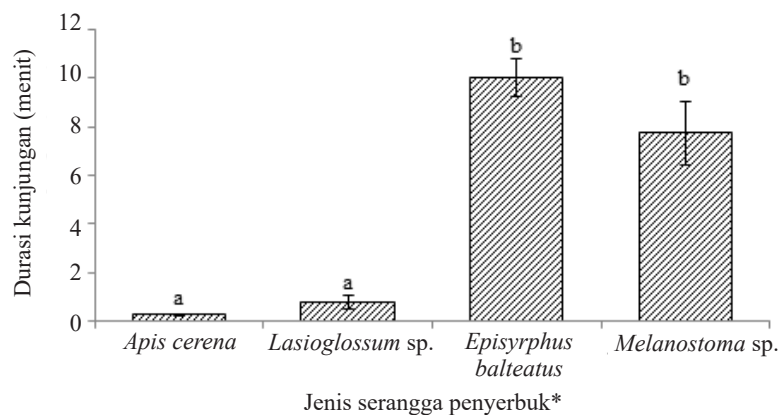
menjangkau bagian bunga hingga ke bagian dasar untuk mengambil nektar. Berbeda dengan kelompok lebah, lalat bunga *E. balteatus* dan *Melanostoma* sp. tidak mengumpulkan polen ataupun nektar, tetapi memakan polen dan nektar. Saat berkunjung pada bunga, serangga ini langsung menjangkau kepala sari dengan cara menempelkan alat mulutnya, setelah polen habis kemudian lalat ini pindah ke kepala sari lainnya, demikian seterusnya. Tampaknya perilaku makan ini yang menyebabkan durasi kunjungan lalat Syrphidae pada bunga berlangsung lama.

Efisiensi penyerbukan serangga penyerbuk bunga stroberi

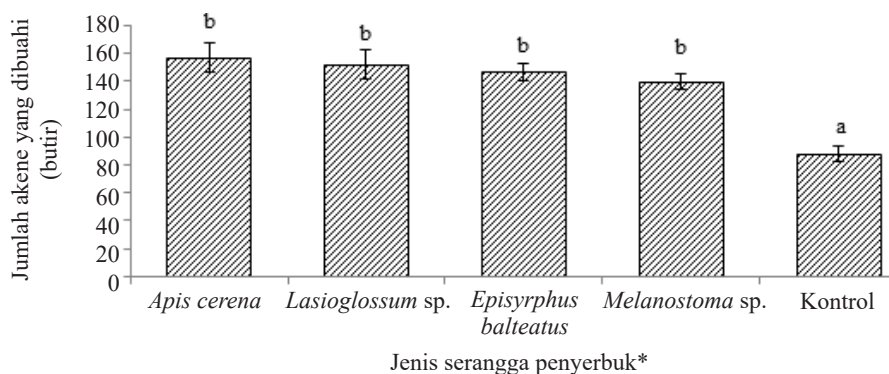
Kunjungan serangga penyerbuk berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah akene yang dibuahi ($F_{4,95} = 12,13$; $P < 0,001$). Rataan jumlah akene yang dibuahi yang paling banyak ($156,90 \pm 10,49$ butir/buah) terdapat pada bunga yang dikunjungi oleh lebah *A. cerana*, diikuti oleh lebah *Lasioglossum* sp. ($152,20 \pm 66,80$ butir/buah), serta selanjutnya lalat bunga *Melanostoma* sp. ($139,85 \pm 6,12$ butir/

buah) dan *E. balteatus* ($146,25 \pm 5,96$ butir/buah) (Gambar 3). Pada bunga yang tidak mendapat kunjungan serangga (perlakuan kontrol), rata-rata jumlah akene yang dibuahi lebih rendah, yaitu $126,85 \pm 7,08$ butir/buah. Secara keseluruhan, bunga yang dikunjungi oleh serangga penyerbuk menghasilkan buah dengan jumlah akene berkembang 1,6–1,8 kali lipat lebih banyak daripada buah yang berasal dari bunga yang tidak dikunjungi oleh serangga penyerbuk.

Kunjungan serangga penyerbuk juga berpengaruh sangat nyata terhadap bobot buah stroberi yang terbentuk ($F_{4,95} = 19,49$; $P < 0,001$). Bunga stroberi yang dikunjungi oleh serangga penyerbuk menghasilkan bobot buah lebih berat dibandingkan dengan kontrol (bunga tidak dikunjungi oleh serangga penyerbuk) (Gambar 4). Kunjungan lebah *A. cerana* pada bunga stroberi menghasilkan buah dengan bobot paling tinggi ($10,93 \pm 0,72$ g/buah), diikuti oleh lebah *Lasioglossum* sp ($10,28 \pm 0,56$ g/buah), lalat bunga *E. balteatus* ($9,39 \pm 0,51$ g/buah), dan *Melanostoma* sp. ($8,37 \pm 0,54$ g/buah). Bobot



Gambar 2. Durasi kunjungan empat spesies serangga penyerbuk pada bunga stroberi. (*Huruf yang sama di atas diagram menunjukkan tidak beda nyata pada Uji Tukey $\alpha = 5\%$).

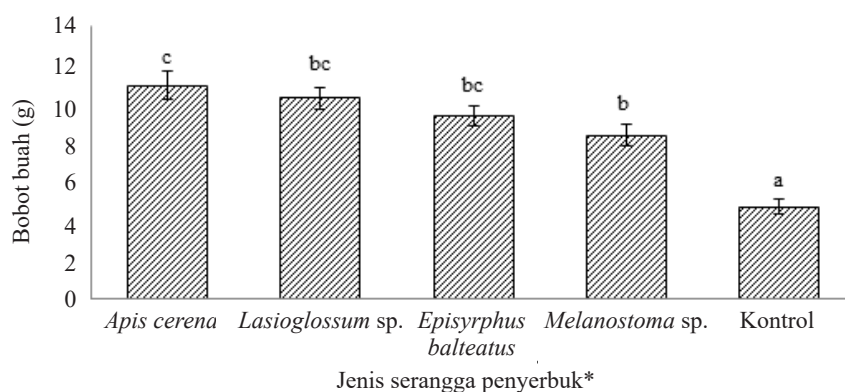


Gambar 3. Rataan ($\bar{x} \pm SE$) jumlah akene yang dibuahi pada berbagai perlakuan kunjungan serangga. (*Huruf yang sama di atas diagram menunjukkan tidak beda nyata pada Uji Tukey $\alpha = 5\%$).

buah yang berasal dari bunga yang dikunjungi serangga penyerbuk sekitar 1,8–2,3 kali lipat lebih berat dibandingkan dengan buah yang berasal dari bunga yang tidak mendapat kunjungan serangga penyerbuk.

Kunjungan serangga penyerbuk pada bunga berpengaruh sangat nyata terhadap panjang buah ($F_{4,95} = 3,97$; $P = 0,005$), diameter buah ($F_{4,95} = 15,26$; $P < 0,001$), dan waktu matang buah ($F_{4,95} = 25,13$; $P < 0,001$) (Tabel 1). Bunga stroberi yang dikunjungi serangga penyerbuk menghasilkan buah yang berukuran lebih panjang, berdiameter lebih besar dan waktu matang buah yang lebih singkat dibandingkan dengan bunga yang tidak

dikunjungi oleh serangga penyerbuk. Panjang dan diameter buah yang berasal dari bunga yang dikunjungi serangga 1,5–1,8 kali lipat lebih panjang, dan diameter 1,2–1,3 kali lipat lebih lebar dibandingkan dengan buah yang berasal dari bunga yang tidak dikunjungi serangga. Selain itu, buah yang berasal dari bunga yang dikunjungi serangga 1–3 hari lebih cepat matang dibandingkan dengan buah yang berasal dari bunga yang tidak dikunjungi serangga. Secara umum, buah yang berasal dari bunga yang dikunjungi serangga tampak berbentuk normal (Gambar 5A), sedangkan yang berasal dari bunga yang tidak dikunjungi serangga banyak mengalami malformasi (Gambar 5B).

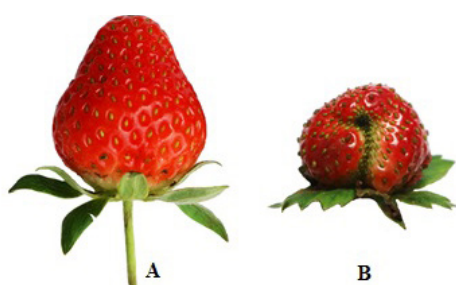


Gambar 4. Rataan ($\bar{x} \pm SE$) bobot buah stroberi pada berbagai perlakuan kunjungan serangga. (*Huruf yang sama di atas diagram menunjukkan tidak beda nyata pada Uji Tukey $\alpha = 5\%$).

Tabel 1. Pengaruh kunjungan serangga penyerbuk terhadap rata-rata ($\bar{x} \pm SE$) panjang buah, diameter buah, dan umur matang buah ($n = 20$)

Jenis serangga	Panjang buah (cm)*	Diameter buah (cm)*	Umur matang buah (hari)*
<i>A. cerana</i>	4,75 ± 0,07 ab	2,61 ± 0,22 c	21,05 ± 0,25 a
<i>Lasioglossum sp.</i>	4,92 ± 0,06 b	2,57 ± 0,19 c	21,25 ± 0,26 a
<i>E. balteatus</i>	4,51 ± 0,06 ab	2,43 ± 0,19 bc	22,70 ± 0,25 b
<i>Melanostoma sp.</i>	4,09 ± 0,06 ab	2,30 ± 0,20 b	22,40 ± 0,29 b
Kontrol	2,71 ± 0,13 a	1,99 ± 0,21 a	24,15 ± 0,18 c

*Nilai pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan beda nyata (Uji Tukey $\alpha = 5\%$).



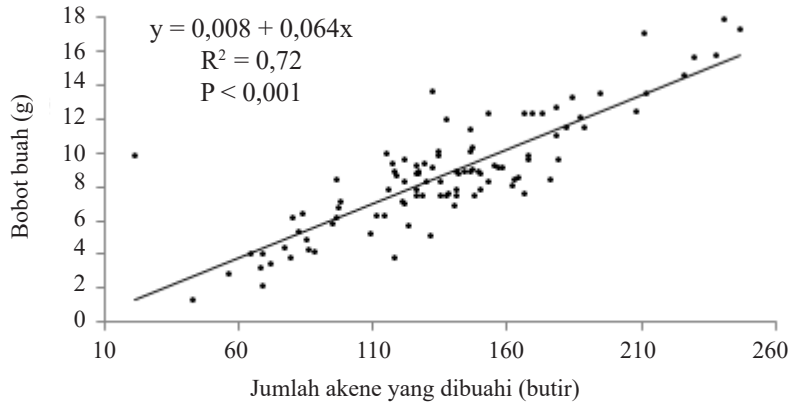
Gambar 5. Buah yang berasal dari bunga yang dikunjungi serangga penyerbuk (A) dan berasal dari bunga yang tidak dikunjungi serangga penyerbuk (B).

Terdapat hubungan linear positif antara jumlah akene yang dibuahi dengan bobot buah ($y = 0,008 + 0,064x$; $R^2 = 0,72$) (Gambar 6) dan dengan diameter buah ($y = 1,54 + 0,006x$; $R^2 = 0,55$) (Gambar 7). Tampak bahwa setiap penambahan 100 akene menyebabkan peningkatan bobot 6,4 g dan diameter 0,6 cm. Hubungan antara jumlah akene yang dibuahi dan waktu matang buah memperlihatkan hubungan linear negatif ($y =$

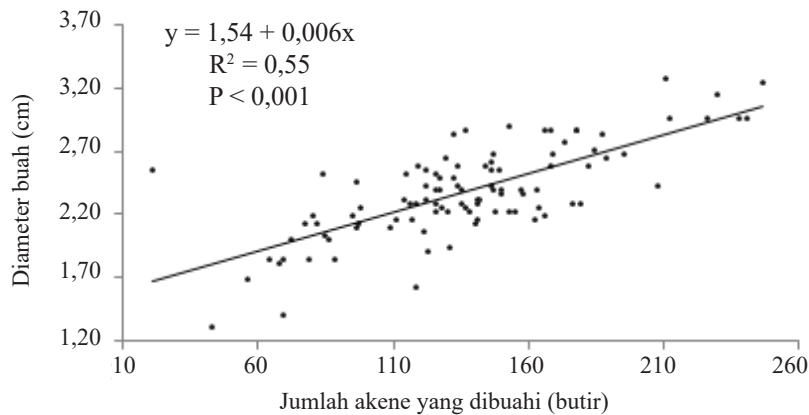
$24,1 - 0,013x$; $R^2 = 0,14$) (Gambar 8). Buah lebih cepat matang dengan makin bertambahnya jumlah akene yang dibuahi.

PEMBAHASAN

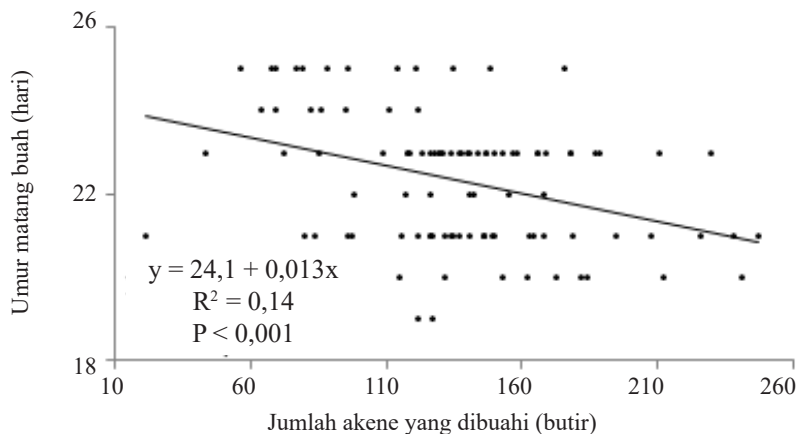
Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa serangga pengunjung bunga stroberi



Gambar 6. Hubungan antara jumlah akene yang dibuahi dan bobot buah.



Gambar 7. Hubungan antara jumlah akene yang dibuahi dan diameter buah.



Gambar 8. Hubungan antara jumlah akene yang dibuahi dan umur matang buah.

yang paling umum dijumpai di Ciwidey adalah kelompok lebah (Hymenoptera) yang terdiri atas *A. cerana* (Apidae) dan *Lasioglossum* sp. (Halictidae), serta kelompok lalat (Diptera) yang terdiri atas lalat bunga *E. balteatus* dan *Melanostoma* sp. (Syrphidae). *A. cerana* adalah jenis lebah madu yang umum dipelihara oleh peternak lebah di Indonesia. Namun demikian, di lokasi penelitian tidak ada petani yang memelihara jenis lebah ini. Diperkirakan bahwa *A. cerana* yang berkunjung ke pertanaman stroberi berasal dari lebah liar yang hidup pada lubang pohon atau tempat lainnya. Lebah *A. cerana* juga dilaporkan merupakan serangga penyerbuk yang paling umum dijumpai, selain teuweul *T. laeviceps* pada pertanaman stroberi di lereng Gunung Slamet (Widhiono & Sudiana 2016). Dominasi kelompok lebah dan lalat bunga sebagai pengunjung bunga stroberi juga dilaporkan oleh peneliti lainnya. Goodman & Oldroyd (1988) melaporkan serangga pengunjung bunga stroberi di Australia, selain lebah *A. mellifera* adalah lalat Syrphidae (31,6%). Begitu pula Sharma et al. (2014) melaporkan di India *A. mellifera* (43%) dan lalat bunga (39%).

Penelitian menunjukkan bahwa serangga penyerbuk dari kelompok lebah (*A. cerana* dan *Lasioglossum* sp.) mengunjungi bunga dalam waktu yang jauh lebih singkat (0,25–0,78 menit/bunga) dibandingkan dengan serangga penyerbuk kelompok lalat bunga (*E. balteatus* dan *Melanostoma* sp.) (8–10 menit/bunga). Hasil yang hampir sama dilaporkan oleh peneliti lainnya. Chagnon et al. (1993) melaporkan durasi kunjungan lebah madu *A. mellifera* pada bunga stroberi berlangsung 24 detik, sedangkan lebah dari famili Halictidae lebih lama (43–133 detik/bunga). Durasi kunjungan per bunga yang lebih singkat, memungkinkan serangga polinator golongan lebah berkesempatan mengunjungi lebih banyak bunga. Dalam kaitan ini, serangga golongan lebah lebih efisien sebagai polinator daripada golongan lalat bunga. Menurut Chagnon et al. (1993) lebah madu lebih efisien menyerbuki stroberi daripada lebah liar (Andrenidae, Halictidae, Megachilidae) walaupun frekuensi kunjungannya rendah. Hal ini karena, lebah madu berukuran lebih besar sehingga mampu menjangkau bunga mulai kepala putik hingga dasar bunga, sedangkan lebah liar

yang berukuran kecil hanya bergerak mengelilingi serbuk sari dan sekitar dasar bunga (Chagnon et al. 1993).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bunga stroberi yang dikunjungi oleh serangga polinator menghasilkan buah yang berukuran lebih besar serta bobot yang lebih berat dibandingkan dengan buah yang berasal dari bunga yang tidak dikunjungi serangga. Hal ini menunjukkan bahwa kunjungan serangga membantu meningkatkan penyerbukan pada bunga stroberi. Di dalam penelitian ini tidak dilakukan pengamatan terhadap jumlah kunjungan yang diperlukan untuk terjadinya penyerbukan yang sempurna. Beberapa peneliti melaporkan terdapat hubungan linear positif antara banyaknya kunjungan serangga penyerbuk dan laju polinasi. Di antaranya Chagnon et al. (1993) yang melaporkan bahwa laju polinasi (akene yang berkembang) mencapai 85% setelah bunga mendapat tiga kali kunjungan lebah madu atau lebah liar. Pada penelitian lain dengan kultivar berbeda, Chagnon et al. (1989) menyimpulkan bahwa total durasi kunjungan lebah agar terjadi penyerbukan yang maksimum sekitar 40 detik atau setara empat kali kunjungan.

Di dalam penelitian ditunjukkan bahwa semakin banyak jumlah akene yang dibuahi, semakin berat bobot buah dan semakin cepat umur matang buah. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Herbertsson et al. (2017) yang mendapatkan bahwa jumlah akene yang dibuahi berpengaruh terhadap bobot buah dan waktu matang buah. Begitu pula Abbott & Webb (1970) melaporkan bahwa bobot buah stroberi meningkat dengan bertambahnya jumlah akene yang dibuahi. Hal ini terjadi karena akene yang dibuahi akan menghasilkan auksin yang selanjutnya memicu perkembangan jaringan reseptakel di sekitarnya (Nitsch 1950; Symons et al. 2012), sedangkan akene yang tidak dibuahi tidak akan berkembang sehingga buah yang terbentuk akan mengalami malformasi dan berukuran lebih kecil (Vincent et al. 1990). Carew et al. (2003) melaporkan bahwa agar buah stroberi berkembang normal, paling sedikit 70–80% dari akene harus berhasil dibuahi. Hubungan antara jumlah akene dibuahi dan umur matang buah ($R^2 = 0,14$) tidak sekuat hubungan antara jumlah akene dibuahi dan bobot buah ($R^2 =$

0,72). Hal ini mengindikasikan bahwa ada faktor-faktor lain, selain jumlah akene dibuahi, yang juga memengaruhi umur matang buah.

Penyerbukan oleh serangga tidak hanya meningkatkan kuantitas hasil panen, tetapi juga kualitasnya (Garibaldi et al. 2014). Stroberi yang mendapat bantuan jasa penyerbukan dari berbagai serangga polinator memperlihatkan jumlah buah dengan tingkat malformasi rendah, rasio gula-asam yang rendah, berwarna lebih merah, bobot buah lebih berat, dan lebih tahan simpan dibandingkan dengan buah stroberi yang tidak diserbuki serangga (Klatt et al. 2013). Dengan demikian, serangga polinator menyumbangkan dua manfaat ekonomi sekaligus, yaitu bobot hasil yang lebih banyak serta kualitas hasil yang lebih baik.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan keberadaan berbagai spesies serangga polinator potensial dengan tingkat efisiensi yang hampir sama, yang meliputi lalat bunga (Syrphidae), lebah madu (Apidae), dan lebah halictid (Halictidae). Namun, secara umum kelimpahan serangga penyerbuk ini rendah terutama golongan lebah, yang mungkin terkait dengan struktur lanskap pertanian yang sederhana (Connelly et al. 2015). Bahkan selama penelitian berlangsung tidak pernah teramati adanya teuweul *T. laeviceps* yang mengunjungi bunga stroberi. Hal ini berimplikasi terhadap perlunya upaya pengelolaan serangga penyerbuk pada pertanaman stroberi di Ciwidey. Dua pendekatan yang dapat dilakukan, yaitu pemanfaatan lebah piaraan dan pelestarian serta peningkatan kelimpahan populasi lebah liar dan serangga penyerbuk lainnya, termasuk lalat Syrphidae.

Lebah piaraan yang perlu dikembangkan dan dimasyarakatkan kepada petani stroberi adalah lebah madu *A. cerana* dan teuweul *T. laeviceps* atau spesies lebah lainnya. Berbagai penelitian menunjukkan penyerbukan dengan *A. mellifera* dapat meningkatkan bobot dan kualitas buah stroberi yang dihasilkan (Free 1968; Nye & Anderson 1974; Goodman & Oldroyd 1988; Colak et al. 2017). Partap (2000) melaporkan terjadi peningkatan bobot buah stroberi sebanyak 47,9% pada petakan stroberi yang dikurung bersama *A. cerana* dibandingkan dengan petak kontrol. Sementara, Kakutani et al. (1993) melaporkan

buah yang mengalami malformasi berkurang dari 90% menjadi 73% pada pertanaman stroberi yang diberi perlakuan teuweul *Tetragonula minangkabau* (Sakagami & Inoue). Malagodi-Braga & Kleinert (2004) juga melaporkan teuweul *Tetragonisca angustula* Latreille sebagai polinator yang efektif pada stroberi. Penempatan koloni lebah atau teuweul di pertanaman diharapkan dapat meningkatkan laju polinasi dan hasil panen. Kehadiran lebah piaraan menjadi lebih penting, terutama bila kultivar yang ditanam memiliki laju penyerbukan sendiri yang rendah (Chagnon et al. 1989; Deepika et al. 2018). Mengingat tanaman stroberi di Ciwidey umumnya diusahakan di daerah pemukiman padat penduduk, bahkan di pekarangan, lebah piaraan yang lebih sesuai untuk dikembangkan adalah teuweul *T. laeviceps* atau spesies lainnya yang tidak menyengat.

Pemanfaatan lebah piaraan tetap harus disertai upaya pelestarian dan peningkatan populasi lebah soliter dan lalat bunga yang hidup liar di alam. Terlebih lagi karena dalam beberapa tahun belakangan ini, lebah madu dilaporkan mengalami penurunan populasi sebagai akibat dari *colony collapse disorder* dan serangan tungau *Varroa destructor* (Potts et al. 2010). Untuk mengantisipasi krisis polinasi ini, serangga polinator liar perlu mendapat perhatian (Jauker et al. 2012; Rader et al. 2016). Lebah liar merupakan serangga polinator terpenting pada banyak ekosistem (Garibaldi et al. 2013; Garibaldi et al. 2014; Hoshida et al. 2018)), diikuti oleh lalat Syrphidae (Inouye et al. 2015). Lebah liar dan lalat Syrphidae sama efisiennya dengan lebah madu (Rader et al. 2009). Hasil penelitian Hodgkiss et al. (2018) menunjukkan bahwa kunjungan lalat Syrphidae dapat meningkatkan hasil panen buah stroberi lebih dari 70% serta jumlah buah yang memenuhi kualitas pasar sebanyak dua kali lipat. Berbagai peneliti lainnya juga menyajikan bukti-bukti hasil penelitian tentang pentingnya lalat Syrphidae sebagai polinator di ekosistem alami dan agroekosistem (Szymank et al. 2008; Mitra 2010; Inouye et al. 2015; Orford et al. 2015; Rader et al. 2016).

Penelitian belakangan ini menunjukkan pentingnya peranan serangga polinator liar di dalam penyerbukan tanaman. Garibaldi et al. (2013) yang melakukan meta-analisis menyimpulkan serangga

polinator liar lebih efektif di dalam melakukan penyerbukan. Peningkatan kunjungan oleh polinator liar meningkatkan laju pembentukan buah sebanyak dua kali lipat dibandingkan dengan kunjungan lebah madu. Menurut Chagnon et al. (1993) peranan kunjungan serangga polinator liar dan lebah madu atau *teuweul piaraan* bersifat saling melengkapi. Dengan demikian, pemanfaatan serangga polinator liar bersama lebah piaraan diharapkan dapat meningkatkan hasil panen (Albano et al. 2009b; Garibaldi et al. 2013). Peningkatan kelimpahan dan pelestarian serangga polinator liar dapat dilakukan melalui penataan agroekosistem, di antaranya dengan menanam berbagai tumbuhan berbunga di sekitar pertanaman (Ahrenfeldt et al. 2015; Blaauw & Isaacs 2014; Sutter et al. 2017; Ganser et al. 2018). Anderson et al. (2012) melaporkan proporsi buah dengan bentuk sempurna yang lebih banyak pada pertanaman stroberi organik dibandingkan pada pertanaman konvensional, yang diduga disebabkan oleh kelimpahan dan keanekaragaman serangga polinator yang lebih banyak pada kebun organik. Di antara serangga polinator liar, Hodgkiss et al. (2018) memberikan perhatian khusus terhadap lalat Syrphidae karena selain imagonya sebagai polinator, banyak larva Syrphidae yang berperan sebagai predator kutu daun. Serangga polinator liar maupun lebah piaraan yang ada di pertanaman perlu terjaga dari pengaruh buruk aplikasi insektisida. Oleh karena itu, praktek pengendalian hama di dalam konsep pengelolaan hama terpadu (PHT) seyogyanya tidak hanya aman terhadap predator dan parasitoid, tetapi juga terhadap serangga polinator (Biddinger & Rajote 2015).

KESIMPULAN

Lebah *A. cerana* dan *Lasioglossum* sp. serta lalat bunga *Melanostoma* sp. dan *E. balteatus* merupakan serangga utama pengunjung bunga stroberi di Ciwidey. Durasi kunjungan serangga kelompok lebah pada bunga berlangsung jauh lebih singkat dibandingkan dengan durasi kunjungan kelompok lalat bunga. Bunga stroberi yang dikunjungi serangga penyerbuk menghasilkan buah dengan bobot yang lebih berat, buah yang lebih panjang, diameter yang lebih besar, jumlah

akene yang dibuahi lebih banyak, dan waktu pematangan buah yang lebih cepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari rangkaian penelitian yang dilakukan oleh penulis pertama dalam rangka penyelesaian studi S2 pada Program Studi Entomologi, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, dengan dukungan dana pendidikan dan penelitian dari program Beasiswa Unggulan Pegiat Sosial dan Seniman tahun 2015, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud). Terima kasih kepada Bapak Rahmat Suherman dan Bapak CA Bachtiar yang telah mengizinkan kebun stroberi miliknya digunakan untuk penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott AJ, Webb RA. 1970. Achene spacing of strawberries as an aid to calculating potential yield. *Nature* 225:663–664. doi: <https://doi.org/10.1038/225663b0>.
- Abrol DP, Gorka AK, Ansari MJ, Al-Ghamdi A, Al-Kahtani S. 2019. Impact of insect pollinators on yield and fruit quality of strawberry. *Saudi Journal of Biological Sciences* 26:524–530. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.08.003>.
- Ahrenfeldt EJ, Klatt BK, Arildsen J, Trandem N, Andersson GKS, Tschardt T, Smith HG, Sigsgaard L. 2015. Pollinator communities in strawberry crops-variation at multiple spatial scales. *Bulletin of Entomological Research*. 105:497–506. doi: <https://doi.org/10.1017/S000748531500036X>.
- Albano S, Salvado E, Duarte S, Borges PAV, Mexia A. 2009a. Floral visitors, their frequency, activity rate and index of visitation rate in strawberry fields of Ribatejo, Portugal: selection of potential pollinators. Part 1. *Advance in Horticultural Sciences* 23:238–245.
- Albano S, Salvado E, Duarte S, Mexia A, Borges PAV. 2009b. Pollination effectiveness of different strawberry floral visitors in Ribatejo, Portugal: selection of potential pollinators. Part 2. *Advance in Horticultural Sciences* 23:246–253.
- Anderson GKS, Rundlof M, Smith HG. 2012. Organic farming improves pollination success in

- strawberries. *Plos One* 7:e31599. doi:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031599.
- Biddinger DJ, Rajote EG. 2015. Integrated pest and pollinator management - adding a new dimension to an accepted paradigm. *Current Opinion in Insect Science* 10:204–209. doi: https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.05.012.
- Blaauw BR, Isaacs R. 2014. Flower plantings increase wild bee abundance and the pollination services provided to a pollination-dependent crop. *Journal of Applied Ecology* 51:890–898. doi: https://doi.org/10.1111/1365-2664.12257.
- Carew JG, Morretini M, Battey NH. 2003. Mishappen fruits in strawberry. *Small Fruits Review* 2:37–50. doi: https://doi.org/10.1300/J301v02n02_03.
- Chagnon M, Gingras J, de Oliveira D. 1989. Effect of honey bee (Hymenoptera: Apidae) visits on the pollination rate of strawberries. *Journal of Economic Entomology* 82:1350–1353. doi: https://doi.org/10.1093/jee/82.5.1350.
- Chagnon M, Gingras J, de Oliveira D. 1993. Complementary aspects of strawberry pollination by honey and indigenous bees (Hymenoptera). *Journal of Economic Entomology* 86:416–420. doi: https://doi.org/10.1093/jee/86.2.416 .
- Colak AM, Sahinler N, Islamoglu M. 2017. The effect of honey bee pollination on productivity and quality of strawberry. *Ahnteri Journal of Agricultural Sciences* 32:87–90. doi: https://doi.org/10.28955/alinterizbd.335835.
- Connelly H, Proveda K, Loeb G. 2015. Landscape simplification decreases wild bee pollination services to strawberry. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 211:51–56. doi: https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.05.004.
- Connor LJ. 1970. Studies of strawberry pollination in Michigan. Di dalam: *The Indispensable Pollinators*. hlm. 157–162. Arkansas: Arkansas Agricultural Extension Service Miscellaneous Publication 127.
- de Oliveira D, Savoie L, Vincent C. 1991. Pollinators of cultivated crops in Quebec. *Acta Horticulturae* 288:420–424. doi: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1991.288.71.
- Deepika N, Girish S, Kiran T, Deepika S, Paramjeet S. 2018. Pollination studies in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *International Journal of Agricultural Science* 10:5227–5230.
- Free JB. 1968. The pollination of strawberries by honey-bees. *Journal of Horticultural Sciences* 43:107–111. doi: https://doi.org/10.1080/00221589.1968.11514237.
- Ganser D, Mayr B, Albrecht M, Knop E. 2018. Wildflower strips enhance pollination in adjacent strawberry crops at the small scale. *Ecology and Evolution* 8:11775–11784. doi: https://doi.org/10.1002/ece3.4631.
- Garibaldi LA, Carvalheiro LG, Leonhardt SD, Aizen MA, Blaauw BR, Isaacs R, Kuhlmann M, Kleijn D, Klein AM, Kremen C, Morandin L, Scheper J, Winfree R. 2014. From research to action: enhancing crop yield through wild pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment* 12:439–447. doi: https://doi.org/10.1890/130330.
- Garibaldi LA, Steffan-Dewenter I, Winfree R, Aizen MA, Bommarco R, Cunningham SA, Kremen C, Carvalheiro LG, Harder LD, Afik O, et al. 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science* 339:1608–1611. doi: https://doi.org/10.1126/science.1230200.
- Goodman RD, Oldroyd. 1988. Honeybee pollination of strawberries (*Fragaria x ananassa* Duchesne). *Australian Journal of Experimental Agriculture* 28:435–438. doi: https://doi.org/10.1071/EA9880435.
- Herbertsson L, Gåvertsson I, Klatt B, Smith HG. 2017. Assessing the risk of stigma clogging in strawberry flowers due to pollinator sharing with oilseed rape. *Journal of Pollination Ecology* 21:71–77. doi: https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.08.001.
- Hodgkiss D, Brown MJF, Fountain MT. 2018. Syrphine hoverflies are effective pollinators of commercial strawberry. *Journal of Pollination Ecology* 22:55–66. doi: https://doi.org/10.26786/1920-7603(2018)five.
- Hoshide AK, Drummond FA, Stevens TH, Venturini EM, Hanes SP, Sylvia MM, Loftin CS, Yarborough DE, Averill AL. 2018. What is the value of wild bee pollination for wild blueberries and cranberries, and who values it?. *Environments* 5:1–24. doi: https://doi.org/10.3390/environments5090098.
- Inouye DW, Larson BHM, Ssymank A, Kevan PG. 2015. Flies and flower III: Ecology of foraging and pollination. *Journal of Pollination Ecology* 16:115–133. doi: https://doi.org/10.26786/1920-7603(2015)15.
- Jauker F, Bondarenko B, Becker HC, Steffan-Dewenter I. 2012. Pollination efficiency of wild bees and hoverflies provided to oilseed rape. *Agricultural and Forest Entomology* 14:81–87. doi: https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2011.00541.x.
- Kakutani T, Inoue T, Tezuka T, Maeta Y. 1993. Pollination of strawberry by the stingless bee,

- Trigona minangkabau*, and the honey bee, *Apis mellifera*: an experimental study of fertilization efficiency. *Research Population Ecology* 35:95–111. doi: <https://doi.org/10.1007/BF02515648>.
- Kementerian Pertanian. 2015. *Statistika Produksi Hortikultura Tahun 2014*. Jakarta: Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian.
- Klatt BK, Holzschuh A, Westphal C, Clough Y, Smit I, Pawelzik E, Tschamtk T. 2013. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *Proceedings of the Royal Society* 281:1–8. doi: <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2440>.
- Malagodi-Braga KS, Kleinert AMS. 2004. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponii) be effective as strawberry pollinator in greenhouses?. *Australian Journal of Agricultural Research* 55:771–773. doi: <https://doi.org/10.1071/AR03240>.
- McGregor SE. 1976. Insect pollination of cultivated crop plant. Tersedia di: http://www.beeeculture.com/content/pollination_handbook/strawberry-1.html. [Diakses 7 April 2018].
- Michener DM. 2000. *The Bees of The World*. Baltimore: John Hopkins University Press.
- Mitra B. 2010. Diversity of flower-visiting flies (Insecta: Diptera) in India and their role in pollination. *Record of the Zoological Survey of India* 110:95–107.
- Nitsch JP. 1950. Growth and morphogenesis of the strawberry as related to auxin. *American Journal of Botany* 37:211–215. doi: <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1950.tb12183.x>.
- Nye WP, Anderson JL. 1974. Insect pollinators frequenting strawberry blossoms and the effect of honey bees on yield and fruit quality. *Journal of the American Society for Horticultural Sciences* 99:40–44.
- Orford KA, Vaughan IP, Memmott J, 2015. The forgotten flies: the importance of non-syrphid Diptera as pollinators. *Proceeding Royal Society B* 282:20142934. doi: <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2934>.
- Partap U. 2000. Pollination of strawberry by the Asian hive bee, *Apis cerana* F. Di dalam: Matsuka M, Verma LR, Wongsiri S, Shrestha KK, Uma Partap (Eds.), *Asian Bees and Beekeeping in Asia: Progress of Research and Development. Proceedings of The Fourth AAA International Conference, Kathmandu (New Delhi, 23–28 March 1998)*. hlm. 178–182. Oxford: Oxford and IBH Publishing Company Private Limited.
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 25:345–353. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>.
- Rader R, Bartomeus I, Garibaldi LA, Garrat MPD, Howlett BG, Winfree R, Cunningham SA, Mayfield MM, Arthur AD, Andersson GKS et al. 2016. Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113:146–151. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1517092112>.
- Rader R, Howlett BG, Cunningham SA, Westcott DA, Newstrom-Loyd LE, Walker MK, Teulon DAJ, Edwards W. 2009. Alternative pollinator taxa are equally efficient but not as effective as the honeybee in a mass flowering crop. *Journal of Applied Ecology* 46:1080–1087. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01700.x>.
- Rogers SR, Tarpay DR, Burrack HJ. 2013. Multiple criteria for evaluating pollinator performance in highbush blueberry (Ericales: Ericaceae) agroecosystems. *Environmental Entomology* 42:1201–1209. doi: <https://doi.org/10.1603/EN12303>.
- Sharma HK, Gupta JK, Rana BS, Rana K. 2014. Insects pollination and relative value of honey bee pollination in strawberry, *Fragaria ananassa* Duch. *International Journal of Farm Sciences* 4:177–184.
- Ssymank A, Kearns CA, Pape T, Thompson FC. 2008. Pollinating flies (Diptera): a major contribution to plant diversity and agricultural production. *Biodiversity* 9:86–89. doi: <https://doi.org/10.1080/14888386.2008.9712892>.
- Sutter L, Jeanneret P, Bartual AM, Bocci G, Albrecht M. 2017. Enhancing plant diversity in agricultural landscapes promotes both rare bees and dominant crop-pollinating bees through complementary increase in key floral resources. *Journal of Applied Ecology* 54:1856–1864. doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12907>.
- Symons GM, Chua YJ, Ross JJ, Quittenden LJ, Davies NW, Reid JB. 2012. Hormonal changes during non-climacteric ripening in strawberry. *Journal of Experimental Botany* 63:4741–4750. doi: <https://doi.org/10.1093/jxb/ers147>.
- Vincent C, de Oliveira D, Belanger A. 1990. The management of insect pollinators and pests in Québec strawberry plantations. Di dalam: Bostanian NJ, Wilson IT, Dennehy TJ (Eds.), *Monitoring and integrated management of arthropod pests of small fruit crops*. hlm. 177–192. Andover UK: Intercept Ltd.
- Widhiono I, Sudiana E. 2016. Impact of distance from the forest edge on the wild bee diversity on the northern slope of Mount Slamet. *Biosaintifika*

- 8:148–154. doi: <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v8i2.5058>.
- Wietzke A, Westphal C, Gras P, Kraft M, Pfohl K, Karlovsky P, Pawelzik E, Tschardtke T, Smit I. 2018. Insect pollination as a key factor for strawberry physiology and marketable fruit quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 258:197–204. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.01.036>.
- Wilson JS, Carril OM. 2016. *The Bees in Your Backyard*. New Jersey: Princeton University Press. doi: <https://doi.org/10.1515/9781400874156>.