



Komunitas serangga yang berasosiasi dengan buah *Ficus racemosa* L.

Insect community associated with the fruits of *Ficus racemosa* L.

Jauharlina*, Afriyani, M. Ikram Taufik

Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala
Jalan Tgk. Hasan Krueng Kalee, Darussalam, Banda Aceh 23111

(diterima Februari 2017, disetujui Juli 2017)

ABSTRAK

Penyerbukan bunga pada berbagai spesies pohon fikus (*Ficus* spp.) hanya dapat dilakukan oleh serangga betina dari Famili Agaonidae (Ordo Hymenoptera). Serangga polinator tersebut hanya dapat meletakkan telur dan berkembang biak di dalam buah fikus. Beberapa spesies serangga non polinator juga diketahui dapat hidup dan berkembang di dalam buah fikus. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komunitas serangga polinator dan non polinator dan pengaruhnya terhadap buah *Ficus racemosa* L., di Provinsi Aceh. Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel buah fikus saat muda (fase B) dan saat buah hampir matang (fase D) dari pohon yang sama. Buah fikus fase B dibelah untuk memastikan keberadaan serangga di dalamnya, sedangkan buah fase D diinkubasikan sampai serangga di dalamnya semua keluar. Serangga yang muncul lalu diidentifikasi dan kepadatan populasinya dicatat. Hasil pengamatan pada buah *F. racemosa* fase B menunjukkan bahwa serangga polinator buah *F. racemosa* adalah *Ceratosolen fusciceps* (Mayr) (Hymenoptera: Agaonidae) yang masuk ke dalam buah melalui ostiol. Serangga yang muncul pada buah fase D terdiri atas serangga polinator dan beberapa spesies serangga non polinator. Serangga non polinator *Platyneura fusca* dan *P. agransis* (Hymenoptera: Agaonidae) adalah pesaing serangga polinator dalam menempati bakal biji untuk perkembangannya, sedangkan *Apocrypta* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae) adalah serangga parasitoid dari serangga polinator. Meskipun demikian, kehadiran ketiga spesies non polinator ini tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perkembangan serangga polinator dan produksi biji *F. racemosa*.

Kata kunci: Agaonidae, Hymenoptera, mutualisme, non mutualisme, pohon fig

ABSTRACT

Pollination within syconium (figs) of the fig trees (*Ficus* spp.) depends on female fig wasps that belong to Family Agaonidae (Order Hymenoptera); on the other hand, the female wasps can only lay eggs inside the fig flowers in which the offspring later develop. Several species of non pollinating wasps are also known to develop within the figs. A research to investigate the fig wasps community (pollinator and non pollinator) and their impact on the figs has been conducted on fig tree species of *Ficus racemosa* L. in Aceh Province. Fig fruits of *F. racemosa* were sampled when they were on receptive stage (B-phase) and when the figs were almost mature (D-phase) on the same trees. The young figs were dissected to observe the pollinating wasps (foundresses), while the mature figs were incubated until the new generation of fig wasps emerged from the figs. The wasps then were identified and counted. Observations on B-phase figs showed that the pollinating wasps of *F. racemosa* was *Ceratosolen fuscicep* (Mayr) (Hymenoptera: Agaonidae) which entered the fig through ostiole. The fig wasps community that emerged from D-phase figs consisted of pollinating and non pollinating fig wasps, *Platyneura fusca* dan *P. agransis* (Hymenoptera: Agaonidae) were

*Penulis korespondensi: Jauharlina. Prodi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala,
Jalan Tgk. Hasan Krueng Kalee, Darussalam, Banda Aceh 23111, Tel: +6281973803605, Email: ljauharlina@unsyiah.ac.id.

the competitors of pollinating wasps in taking the ovules for their development, while *Apocrypta* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae) was a parasitoid of the pollinator. However, in this research there was no evident that the presence of these non pollinating wasps significantly affect the number of pollinating wasps and seeds of *F. racemosa*.

Key words: Agaonidae, fig trees, Hymenoptera, mutualism, non mutualis

PENDAHULUAN

Pohon fikus (*fig trees*, Famili Moraceae) adalah kelompok tumbuhan yang sangat beragam dengan lebih dari 750 spesies yang tersebar di negara tropis dan subtropis dengan ukuran bervariasi, mulai dari semak kecil/perdu sampai pohon raksasa di hutan (Compton et al. 1996). Pohon fikus dapat tumbuh di berbagai habitat, terutama di hutan sekunder, di pinggiran sungai atau di daerah dekat perairan. Jenis-jenis pohon fikus yang banyak tumbuh di hutan sekunder adalah *Ficus hispida*, *Ficus septica*, dan *Ficus montana* (Sastrapraja & Afriastiani 1984).

Meskipun banyak perbedaan antara setiap spesies pohon fikus, semua tumbuhan ini mempunyai bentuk bunga yang unik yang disebut dengan sikonium, yang dikenal juga dengan sebutan buah fikus (Janzen 1979). Buah fikus ini mengandung ratusan atau ribuan bunga jantan dan betina yang sangat kecil yang tersebar dalam ruang terbuka di dalamnya (Berg 1989; Anstett et al. 1997). Ukuran buah fikus sangat bervariasi, bergantung pada spesiesnya, mulai dari yang berdiameter hanya beberapa mm sampai lebih dari 20 cm (Compton et al. 1996). Sebatang pohon fikus dapat menghasilkan 500–1.000.000 sikonium pada pedunkular yang pendek pada pangkal daun (Janzen 1979).

Penyerbukan dalam buah fikus sepenuhnya bergantung pada berbagai spesies serangga polinator dari Famili Agaonidae, Sub-famili Agaoninae, Ordo Hymenoptera (Kerdelhue et al. 2000). Kelangsungan hidup serangga polinator dan pohon-pohon fikus ini sangat tergantung pada satu sama lain (Compton et al. 1996). Serangga betina, yang membawa serbuk sari, masuk ke dalam sikonium melalui lubang ostiol melakukan penyerbukan, dan meletakkan telur pada bunga betina (Gibernau et al. 1996). Diduga serangga betina ini kemudian mati di dalam sikonium, meskipun kenyataannya tidak selalu demikian (Bronstein & McKey 1996; Gibernau

et al. 1996). Telur polinator menetas menjadi larva yang kemudian makan dan hidup pada bunga betina yang sudah diserbuki (Compton et al. 1996). Setiap larva tumbuh dan berkembang pada sebuah bakal biji dengan cara membentuk puru. Serangga polinator menjadi dewasa pada saat bersamaan dengan matangnya biji. Pada saat akan keluar dari lubang kecil yang dibuat oleh serangga jantan, serangga betina secara aktif mengumpulkan serbuk sari dari bunga jantan. Serangga betina ini kemudian akan mencari sikonium baru dan memulai siklus hidupnya kembali (Kerdelhue et al. 2000). Interaksi antara pohon fikus dan serangga polinator merupakan fenomena istimewa. Serangga polinator ini mempunyai karakteristik tertentu, yaitu spesifik inang, adanya adaptasi morfologi tubuh serangga, dan adaptasi siklus hidup yang bergantung pada reproduksi inang (Bronstein 1991).

Selain serangga polinator, beberapa spesies serangga non polinator juga diketahui tumbuh dan berkembang dalam sikonium. Pada umumnya, kelompok serangga non polinator ini meletakkan telurnya ke dalam sikonium melalui dinding buah, dengan menusukkan ovipositornya yang panjang, sesudah serangga polinator masuk melalui ostiol (Compton & van Noort 1992; Borges 2015). Beberapa spesies serangga non polinator diketahui merupakan parasitoid bagi serangga polinator atau sebagai pemakan bakal biji dalam buah fikus. Serangga non polinator bersaing dengan serangga polinator untuk hidup dan berkembang dalam bakal biji (Kerdelhue & Rasplus 1996; Kerdelhue et al. 2000). Meskipun waktu masuk ke dalam buah fikus berbeda dengan serangga polinator, generasi baru semua spesies serangga non polinator menjadi dewasa dan keluar dari buah fikus bersamaan waktunya dengan serangga polinator (Kerdelhue et al. 2000; Cook & Segar 2010).

Penelitian untuk mengetahui komunitas serangga yang hidup dalam buah fikus telah banyak dilakukan di berbagai negara (Kerdelhu

et al. 2000; Yang et al. 2005; Cook & West 2005; Cook & Segar 2010). Namun, sejauh ini belum banyak penelitian yang dilakukan pada spesies pohon fikus yang terdapat di Indonesia. Salah satu spesies pohon fikus yang umum dijumpai di Indonesia adalah *F. racemosa* yang bersifat monoosis/berumah satu. Bunga jantan dan betina dalam sikonium matang pada saat berbeda sehingga tidak memungkinkan terjadinya penyerbukan sendiri. Serangga polinator yang masuk ke dalam sikonium melakukan penyerbukan pada sebagian bunga, sekaligus meletakkan telur pada bunga yang lain. Buah fikus matang akan mengandung serangga (polinator dan non polinator), biji, dan serbuk sari (Nefdt & Compton 1996; Yu et al. 2004).

Pada penelitian sebelumnya diketahui bahwa beberapa spesies serangga non polinator hidup dan berkembang bersama dalam buah *F. hispida* dan *F. racemosa* di Provinsi Aceh (Jauharlina et al. 2012; Jauharlina 2014). Penelitian lanjutan ini dilakukan untuk melihat pengaruh kehadiran serangga non polinator terhadap perkembangan serangga polinator dan produksi biji. Pengetahuan tentang komunitas serangga yang hidup dalam buah fikus ini diharapkan dapat membantu memahami kelangsungan berbagai spesies lain yang bergantung pada pohon *F. racemosa*. Sistem saling ketergantungan antara serangga dan pohon fikus juga akan berpengaruh pada berfungsinya ekosistem dan biodiversitas di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan mengumpulkan sampel buah *F. racemosa* di kaki Gunung Paro, Kecamatan Leupung, Kabupaten Aceh Besar yang berjarak sekitar 26 km dari pusat Kota Banda Aceh. Pengamatan terhadap buah sampel dilakukan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. Pengambilan sampel buah di lapangan dan pengamatan di laboratorium berlangsung mulai bulan Januari–Agustus 2016.

Metode pengambilan sampel

Pengambilan sampel buah *F. racemosa* dilakukan dua kali, yaitu pada buah fase awal

dan pada fase buah menjelang matang. Metode ini diadaptasi dari penelitian sebelumnya yang dilakukan di China dan Thailand pada pohon fikus dari spesies yang sama (Yang et al. 2008; Kobmoo et al. 2010). Seperti pada spesies lainnya, buah *F. racemosa* melewati beberapa fase perkembangan (Galil & Eisikowich 1968), mulai fase A sampai fase E. Fase A adalah fase buah di awal pertumbuhan dengan warna hijau kemerahan. Buah fikus lalu berkembang menjadi fase B, yaitu ketika ostiol buah menjadi longgar dan bisa dilewati oleh serangga polinator yang masuk. Fase C adalah fase perkembangan biji dan serangga dalam buah, merupakan fase terlama dibandingkan dengan fase lainnya. Serangga generasi baru akan keluar dari buah pada fase D, lalu mencari buah lain yang sesuai dan memulai siklus hidup yang baru. Kemudian buah segera menjadi masak (fase E), berwarna merah dan siap dimakan oleh hewan vertebrata atau gugur ke tanah. Masa perkembangan buah secara kontinyu mulai dari buah fase A sampai fase E ini biasa disebut *Crop*.

Perkembangan buah *F. racemosa* diamati pada enam pohon sampel, masing-masing satu *Crop* per pohon. Total ada enam *Crop* yang diamati. Pengambilan sampel awal dilakukan pada buah fase reseptif (fase B), yaitu pada saat buah fikus baru dimasuki oleh serangga polinator. Beberapa minggu kemudian dilakukan pengambilan buah pada pohon yang sama, pada saat buah menjelang matang dan serangga generasi baru siap keluar dari buah (fase D). Sejumlah 10 buah *F. racemosa* dipetik dari setiap pohon sampel untuk diamati. Buah kemudian dibelah dan serangga polinator yang berada dalam buah (pada buah fase B) dikumpulkan dan diidentifikasi spesiesnya di bawah mikroskop. Pada fase B total diambil 60 buah sampel dari 6 pohon untuk diamati.

Pengambilan 10 buah *F. racemosa* sampel per pohon kembali dilakukan pada pohon yang sama saat buah memasuki fase D, yaitu saat serangga generasi baru dalam buah siap untuk keluar. Sama halnya dengan pada fase B, terdapat total 60 buah sampel pada fase D yang berasal dari 6 pohon yang sama dengan fase B. Setiap buah diukur diameternya, ditempatkan secara terpisah dalam kantong kasa berukuran 9 cm x 5 cm, lalu diikat untuk mencegah terbangnya serangga saat keluar dari buah. Semua buah sampel diinkubasikan

selama 24 jam pada suhu ruang di dalam laboratorium. Keesokan harinya, setelah semua serangga keluar dari buah, semua kantong kasa dimasukkan ke dalam freezer selama 15 menit (suhu lebih kecil dari -15°C) untuk melumpuhkan/mematikannya. Semua serangga kemudian dikeluarkan dari kantong kasa dan dimasukkan ke dalam botol plastik kecil berisikan alkohol 70%. Setiap botol berisikan serangga yang berasal dari satu kantong kasa. Semua serangga diidentifikasi (Goulet & Huber 1993) dan jumlahnya dihitung. Buah yang sudah ditinggalkan oleh serangga kemudian dibelah dan semua biji yang terbentuk di dalamnya dihitung.

Analisis data

Analisis data dilakukan dengan program R versi 3.3.1 (*open source*). Paket nlme digunakan untuk analisis data dengan model pengaruh campuran linear (*linear mixed effects models* (Zuur et al. 2009)). Model campuran digunakan karena buah fikus yang diambil sebagai sampel merupakan bagian dari suatu *Crop* yang berkembang pada pohon *F. racemosa* sehingga dapat memberikan pengaruh tetap dan pengaruh acak. Serangga non polinator dianggap sebagai pengaruh tetap terhadap populasi serangga polinator dan jumlah biji. *Crop* dimasukkan dalam model sebagai pengaruh acak. Pengaruh dinyatakan signifikan bila nilai $P < 0,05$ yang ditulis bersama nilai t dan derajat bebas (df). Hubungan antara diameter buah *F. racemosa* dan jumlah biji serta populasi total serangga dianalisis

dengan uji korelasi Spearman. Pengambilan data pada sebagian buah sampel tidak bisa dilakukan, antara lain karena serangga gagal keluar dari buah. Karena itu, data yang digunakan untuk analisis berasal dari 6 buah sampel per pohon dari 10 buah sampel per pohon yang diambil dari lapangan.

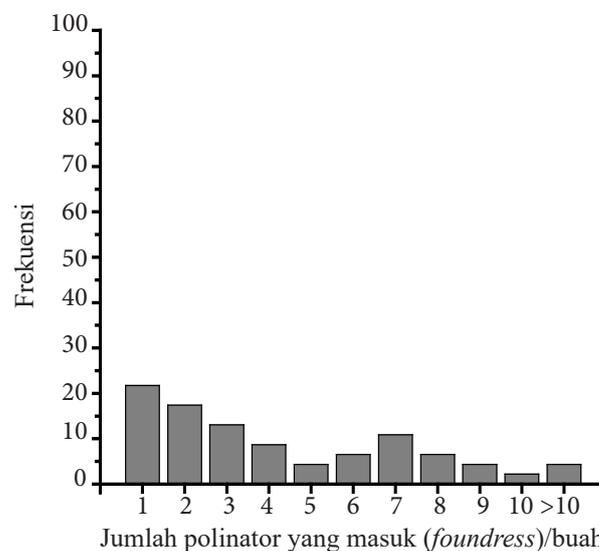
HASIL

Polinator yang masuk ke dalam buah fikus fase B

Pada fase B, buah *F. racemosa* berwarna hijau kemerahan dengan tekstur buah yang keras dengan diameter berkisar dari 1,1–2,3 cm. Serangga polinator yang masuk ke dalam buah fase B diidentifikasi sebagai *Ceratosolen fusciceps* (Mayr) (Hymenoptera: Agaonidae). Serangga betina yang siap meletakkan telur memasuki buah fase B melalui ostiol. Jumlah serangga polinator di dalam buah fase B berkisar antara 1–12 individu per buah atau $4,30 \pm 0,46$ individu (rata-rata \pm SE). Satu polinator per buah paling sering dijumpai pada pengamatan buah fase B ini, yaitu 21% dari seluruh buah fase B yang diamati (Gambar 1).

Komposisi serangga dari buah fikus fase D

Buah fase D yang diamati dalam penelitian ini berdiameter 2,0–3,0 cm atau $2,55 \pm 0,04$ ($n = 36$), berwarna hijau kemerahan dengan tekstur yang agak lembut saat ditekan. Hampir semua sampel buah fase D melepaskan serangga generasi



Gambar 1. Frekuensi serangga polinator *Ceratosolen fusciceps* yang masuk ke dalam buah *Ficus racemosa* fase B.

baru yang tumbuh di dalamnya. Selain serangga polinator, terdapat tiga spesies serangga non polinator yang hidup dan berkembang dalam buah yang sama. Berdasarkan pengamatan, meskipun waktu peletakan telur oleh masing-masing serangga non polinator berbeda, namun semua serangga non polinator keluar dari buah pada waktu bersamaan dengan keluarnya serangga polinator melalui lubang keluar yang dibuat oleh serangga polinator jantan. Spesies serangga polinator adalah *C. fusciceps*, sesuai dengan hasil pengamatan serangga yang masuk pada buah fikus fase B. Kelompok serangga non polinator yang muncul ada tiga spesies, yaitu *Platyneura fusca*, *P. agragensis* (Hymenoptera: Agaonidae), dan *Apocrypta* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae) (Tabel 1).

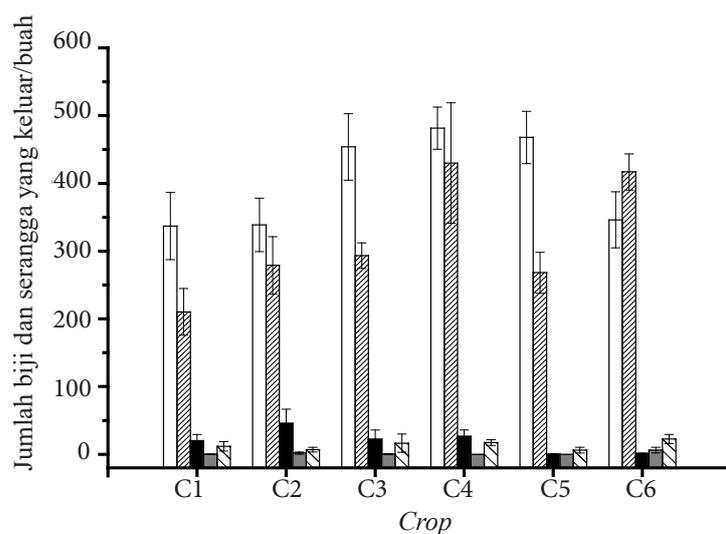
Hasil perhitungan jumlah biji dan populasi serangga yang keluar dari buah fase D dapat dilihat pada Gambar 2. Jumlah biji yang dihasilkan cukup bervariasi, berkisar antara 202–620 biji per buah

atau $404,19 \pm 19,22$ ($n = 36$). Rata-rata jumlah biji per buah lebih tinggi daripada rata-rata jumlah serangga generasi baru yang berkembang dalam buah yang sama, kecuali pada pohon 6 (Gambar 2). Dari kelompok serangga non polinator, *P. fusca* mempunyai rata-rata populasi yang lebih tinggi daripada *P. agragensis* atau *Apocrypta* sp. Jumlah total serangga non polinator tidak berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah biji yang dihasilkan (lme , $db = 29$, t -hitung = $1,50^m$, $P = 0,14$), demikian juga terhadap jumlah serangga polinator dalam buah yang sama (lme , $db = 29$, t -hitung = $-0,31^m$, $P = 0,76$) (Gambar 3).

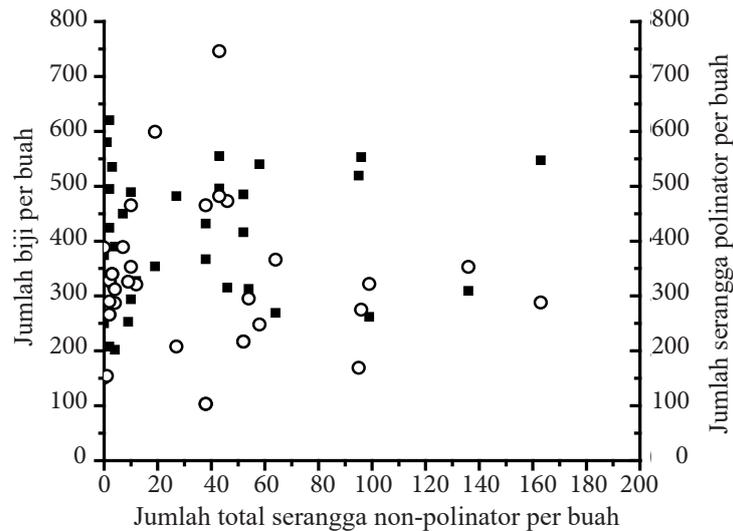
Pada penelitian ini diketahui bahwa ukuran buah *F. racemosa* tidak berhubungan dengan produksi 1 biji dalam buah ($r = 0,06$, $P = 0,72$). Sebaliknya, ukuran buah berhubungan dengan jumlah total serangga generasi baru yang keluar dari buah fase D ($r = 0,74$, $P < 0,0001$). Buah dengan ukuran lebih besar melepaskan populasi serangga yang lebih banyak (Gambar 4).

Tabel 1. Komposisi serangga dan kelimpahannya dalam buah *Ficus racemosa* fase D (data berasal dari 6 pohon, 6 crop dan 36 sampel buah)

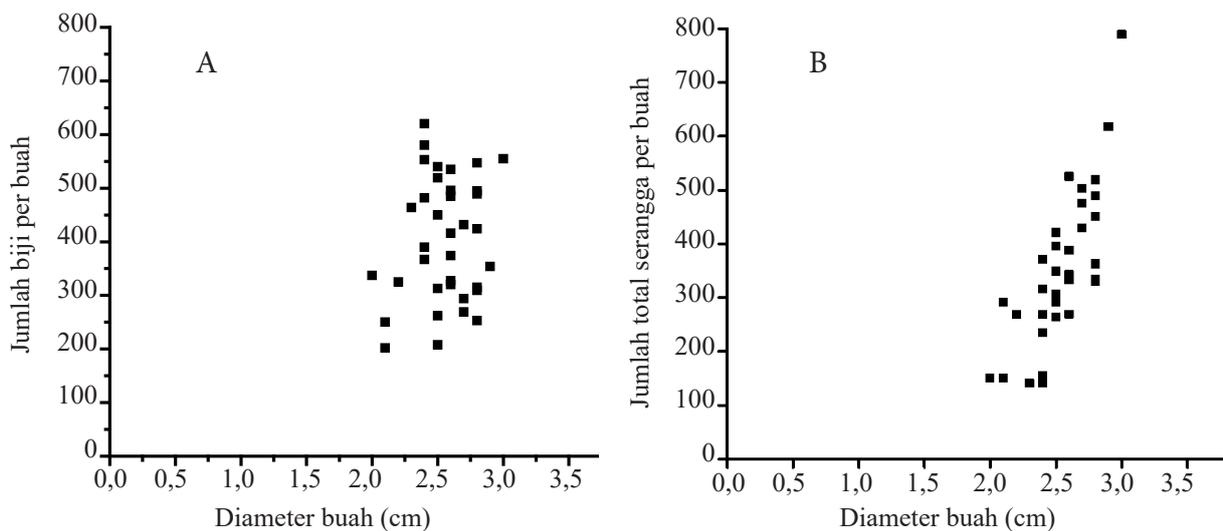
Spesies serangga	Fungsi ekologi	Kelimpahan (rata-rata \pm SE)
<i>Ceratosolen fusciceps</i>	Polinator	$316,22 \pm 40,27$
<i>Platyneura fusca</i>	Non polinator (pesaing polinator dalam buah)	$19,31 \pm 9,08$
<i>Platyneura agragensis</i>	Non polinator (pesaing polinator dalam buah)	$1,42 \pm 1,07$
<i>Apocrypta</i> sp.	Non polinator (parasitoid pada polinator)	$13,56 \pm 6,47$



Gambar 2. Jumlah biji dan komunitas serangga yang keluar dari buah fase D *Ficus racemosa* (data berasal dari 6 pohon, 6 crop dan 36 sampel buah. Crop: siklus perkembangan buah fikus mulai dari fase A sampai fase E. Bar: standard error (SE)). \square : biji; hatched : polinator; \blacksquare : *Platyneura fusca*; grey : *Platyneura agragensis*; diagonal lines : *Apocrypta* sp.



Gambar 3. Pengaruh kehadiran serangga non polinator terhadap jumlah biji ($t_{me, db = 29, t\text{-hitung} = 1,50^{ns}, P = 0,14$), dan jumlah serangga polinator ($t_{me, db = 29, t\text{-hitung} = -0,31^{ns}, P = 0,76$) yang berkembang dalam buah yang sama pada *Ficus racemosa*. ■: biji; ○ : serangga polinator.



Gambar 4. Hubungan antara diameter buah *Ficus racemosa* fase D dan jumlah biji di dalamnya ($r = 0,06, P = 0,72$) (A); dan jumlah total serangga generasi baru yang berkembang di dalam buah ($r = 0,74, P < 0,0001$) (B).

PEMBAHASAN

Serangga polinator pada buah *F. racemosa* adalah *C. fusciceps*. yang masuk ke dalam buah fase B adalah imago betinanya yang siap untuk meletakkan telur. Pada kondisi ini, serangga polinator sering disebut dengan istilah *foundress*. Fase B pada buah fikus adalah fase reseptif; pada fase ini buah siap menerima polinator untuk masuk ke dalamnya. Pada fase B ini, buah mengeluarkan bahan kimia yang bersifat atraktan yang menarik serangga polinator untuk datang dan masuk melalui ostiol. Lubang ostiol menjadi lebih

membesar untuk memberi kesempatan serangga polinator masuk ke dalam buah (Janzen 1979; Compton et al. 1996).

Jumlah rata-rata dan maksimum serangga polinator yang masuk ke dalam buah fase B dalam penelitian ini (dengan rata-rata $6,58 \pm 0,39$ polinator) lebih rendah daripada pengamatan sebelumnya yang mencapai 23 polinator per buah (Jauharlina 2014). Jumlah polinator yang masuk ke dalam buah *F. racemosa* sangat bervariasi, dengan jumlah tertinggi sampai dengan 70 polinator per buah fase B (Wang et al. 2008). Buah fase B sepertinya tidak mempunyai mekanisme untuk

membatasi jumlah polinator yang masuk ke dalamnya (Anstett et al. 1996).

Sebagian besar serangga polinator yang dijumpai pada saat pengamatan masih hidup. Hal ini menunjukkan bahwa pengambilan sampel dilakukan sesaat sesudah serangga polinator masuk ke dalam buah. Saat melewati ostiol, sayap dan antena serangga polinator terlepas karena sulitnya jalan masuk yang harus dilalui. Hal yang sama juga terjadi pada polinator lain yang dijumpai berasosiasi dengan buah fikus spesies lain, misalnya *F. sycomorus* (Compton et al. 1996).

Dari ketiga kelompok serangga non polinator yang dijumpai pada buah *F. racemosa*, dua diantaranya merupakan pesaing serangga polinator dalam menempati bakal biji dalam buah (*Platyneura* spp., Tabel 1). Satu bakal biji dalam buah fikus hanya bisa ditempati oleh satu individu serangga yang tumbuh dengan memakan bakal biji tersebut. Apabila larva serangga polinator muda yang baru keluar dari telur kalah bersaing dengan larva serangga non polinator maka di dalam bakal biji tersebut akan terdapat serangga dewasa kelompok non polinator. Spesies lainnya, yaitu *Apocrypta* sp. adalah serangga non polinator yang memarasit serangga polinator (Cook & Segar 2010).

Serangga non polinator dikenal sebagai kelompok utama yang memanfaatkan hubungan mutualisme antara serangga polinator dan buah fikus. Kehadiran serangga non polinator dalam buah fikus diketahui dapat berpengaruh negatif terhadap serangga polinator dan/atau produksi biji. Beberapa spesies serangga non polinator yang berpengaruh terhadap produksi biji dan serangga polinator, dan beberapa spesies lainnya berpengaruh terhadap serangga polinator dan serangga non polinator lainnya (Kerdelhue et al. 2000; Kjellberg et al. 2005). Walaupun demikian, pengaruh negatif kehadiran serangga non polinator ini sangat bervariasi bergantung pada spesies pohon fikus dan wilayah tumbuhnya (Wei et al. 2005; Elias et al. 2007). Hasil penelitian di Brazil pada beberapa spesies pohon fikus diketahui bahwa pengaruh negatif serangga non polinator terhadap produksi biji dan terhadap serangga polinator hanya dijumpai pada spesies pohon fikus *F. obtusifolia* (Castro et al. 2015).

Jumlah spesies serangga non polinator yang dijumpai pada buah fikus juga sangat bervariasi,

bergantung pada biologi serangganya dan pohon inangnya (Wang et al. 2012). Tercatat sampai 30 spesies serangga non polinator yang dapat dijumpai pada pohon fikus (Bouček 1993). Serangga-serangga ini menyerang, mematikan, dan hidup pada bakal biji tempat hidup serangga polinator sehingga pada buah fase D muncul serangga non polinator (Kerdelhue & Rasplus 1996; Cook & Segar 2010). Pada pohon fikus yang bersifat monoesis, seperti *F. racemosa*, diameter buah diketahui berpengaruh terhadap jumlah spesies dan jumlah populasi serangga yang berkembang di dalamnya. Pada buah fikus yang berdiameter lebih besar, jumlah bunga betina yang tersedia untuk peletakan telur serangga lebih banyak (Cook & Segar 2010; Castro et al. 2015).

KESIMPULAN

Jumlah serangga polinator *C. fusciceps* yang masuk ke dalam buah *F. racemosa* fase B sangat bervariasi, berkisar dari 1 sampai 12 individu. Komunitas serangga yang ditemukan pada buah *F. racemosa* fase D terdiri atas serangga polinator *C. fusciceps* dan 3 spesies serangga non polinator, yaitu *P. fusca*, *P. agragensis*, dan *Apocrypta* sp. *P. fusca* dan *P. agragensis* adalah pesaing serangga polinator dalam menempati bakal biji, sedangkan *Apocrypta* sp. adalah serangga parasitoid terhadap serangga polinator. Meskipun ketiga spesies non polinator ini mempunyai peran yang merugikan produksi biji dan serangga polinator, dalam penelitian ini pengaruh mereka tidak signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anstett MC, Bronstein JL, Hossaert-McKey M. 1996. Resource allocation: A conflict in the fig/fig wasp mutualism?. *Journal of Evolutionary Biology* 9:417–428. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.1996.9040417.x>.
- Anstett MC, Hossaert-McKey M, Kjellberg F. 1997. Figs and fig pollinators: Evolutionary conflicts in a coevolved mutualism. *Trends in Ecology & Evolution* 12:94–99. doi: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(96\)10064-1](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(96)10064-1).
- Berg CC. 1989. Classification and distribution of *Ficus*. *Experientia* 45:605–611. doi: <https://doi.org/10.1007/BF01975677>.

- Borges RM. 2015. How to be a fig wasp parasite on the fig–fig wasp mutualism. *Current Opinion in Insect Science* 8:34–40. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.01.011>.
- Bouček Z. 1993. The genera of chalcidoid wasps from *Ficus* fruit in the new world. *Journal of Natural History* 27:173–217. doi: <https://doi.org/10.1080/00222939300770071>.
- Bronstein JL. 1991. The nonpollinating wasps fauna of *Ficus pertusa*: exploitation of a mutualism. *Oikos* 61:175–186. doi: <https://doi.org/10.2307/3545335>.
- Bronstein JL, Hossaert-McKey M. 1996. Variation in reproductive success within a subtropical fig pollinator mutualism. *Journal of Biogeography* 23:433–446. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.1996.tb00005.x>.
- Castro RRdS, Rezende AC, Roque RA, Justiano SCB, Santos OA. 2015. Composition and structure of the fig wasp community in Amazonia. *Acta Amazonica* 45:355–364. doi: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201500173>.
- Cook JM, Segar ST. 2010. Speciation in fig wasps. *Ecological Entomology* 35:54–66. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2009.01148.x>.
- Cook JM, West SA. 2005. Figs and fig wasps. *Current Biology* 15:978–980. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2005.11.057>.
- Compton SG, van Noort S. 1992. Southern African fig wasps (Hymenoptera, Chalcidoidea) - resource utilization and host relationships. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie Van Wetenschappen-Biological Chemical Geological Physical and Medical Sciences* 95:423–435.
- Compton SG, Wiebes JT, Berg CC. 1996. The biology of fig trees and their associated animals. *Journal of Biogeography* 23:405–407. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.1996.tb00001.x>.
- Elias LG, Do OVT, Franche FHA, Pereira RAS. 2007. Effect of non-pollinating fig wasps over fig-fig wasp mutualism. *Iheringia Serie Zoologia* 97:253–256. doi: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212007000300006>.
- Galil J, Eisikowich D. 1968. On the pollination ecology of *Ficus sycomorus* in East Africa. *Ecology* 49: 259–269. doi: <https://doi.org/10.2307/1934454>.
- Gibernau M, Hossaert-McKey M, Anstett MC, Kjellberg F. 1996. Consequences of protecting flowers in a fig: A one-way trip for pollinators?. *Journal of Biogeography* 23:425–432. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.1996.tb00004.x>.
- Goulet H, Huber J. 1993. *Hymenoptera of The World: An Identification Guide to Families*. Ottawa: Canada Communication Group.
- Janzen DH. 1979. How to be a fig. *Annual Review of Ecology and Systematics* 10:13–51. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.10.110179.000305>.
- Jauharlina J, Lindquist EE, Quinell RJ, Robertson HG, Compton SG. 2012. Fig wasps as vectors of mites and nematodes. *African Entomology* 20:101–110. doi: <https://doi.org/10.4001/003.020.0113>.
- Jauharlina. 2014. *Fig Trees and Fig Wasps: Their Interactions with Non-mutualists*. Thesis PhD. West Yorkshire: University of Leeds.
- Kerdelhue C, Rossi JP, Rasplus JY. 2000. Comparative community ecology studies on old world figs and fig wasps. *Ecology* 81:2832–2849. doi: [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081\[2832:CCESOO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081[2832:CCESOO]2.0.CO;2).
- Kerdelhue C, Rasplus JY. 1996. Non-pollinating Afrotropical fig wasps affect the fig-pollinator mutualism in *Ficus* within the subgenus *Sycomorus*. *Oikos* 75:3–14. doi: <https://doi.org/10.2307/3546315>.
- Kjellberg F, Bronstein JL, van Ginkel G, Greeff JM, Moore JC, Bossu-Dupriez N, Chevolut M, Michaloud G. 2005. Clutch size: a major sex ratio determinant in fig pollinating wasps?. *Comptes Rendus Biologies* 328:471–476. doi: <https://doi.org/10.1016/j.crv.2004.11.005>.
- Kobmoo N, Hossaert-McKey M, Rasplus JY, Kjellberg F. 2010. *Ficus racemosa* is pollinated by a single population of a single agaonid wasp species in continental South-East Asia. *Molecular Ecology* 19:2700–2712. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2010.04654.x>.
- Nefdt RJC, Compton SG. 1996. Regulation of seed and pollinator production in the fig fig wasp mutualism. *Journal of Animal Ecology* 65:170–182. doi: <https://doi.org/10.2307/5720>.
- Sastrapradja S, Afriastini JJ. 1984. *Kerabat Beringin, seri Sumberdaya Alam*. Bogor: Lembaga Biologi nasional, LIPI.
- Wang RW, Shi L, Ai SM, Zheng Q. 2008. Trade-off between reciprocal mutualists: local resource availability-oriented interaction in fig/fig wasp mutualism. *Journal of Animal Ecology* 77:616–623. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01359.x>.
- Wang ZJ, Li GC, Peng YQ, Yang DR. 2012. Spatial distribution of fig wasps in syconia of two monoecious *Ficus* sp. *Zoological Research* 33:182–186. doi: <https://doi.org/10.3724/SP.J.1141.2012.02182>.
- Wei Z, Yang D, Peng Y, Xu L. 2005. Function of *Ficus* in tropical rainforest ecosystem in Xishuangbanna. *Shengtaixue Zazhi* 24:233–237.

- Yang DR, Peng YQ, Yang P, Guan JM. 2008. The community structure of insects associated with figs at Xishuangbanna, China. *Symbiosis* 45:153–157.
- Yang CY, Wang RW, Zhao GF, Yang DR. 2005. Diet of non-pollinating wasps and their impact on the stability of fig-pollinator wasp mutualism. *Zoological Research* 26:379–385.
- Yu DW, Ridley J, Joussetin E, Herre EA, Compton SG, Cook JM, Moore JC, Weiblen GD. 2004. Oviposition strategies, host coercion and the stable exploitation of figs by wasps. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 271:1185-119. doi: <https://doi.org/10.1098/rspb.2003.2630>.
- Zuur AF, Ieno EN, Walker N, Saveliev AA, Smith GM. 2009. *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology*. New York: R Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-87458-6>.