

## DESKRIPSI SERANGGA ORDO HEMIPTERA PENYEBAB PURU TUMBUHAN DI BOGOR, CIANJUR DAN SUKABUMI, JAWA BARAT

## DESCRIPTION OF THE HEMIPTERAN PLANT GALL-INDUCERS IN BOGOR, CIANJUR, AND SUKABUMI, WEST JAVA

**Mahindra Dewi Nur Aisyah<sup>1</sup>, Purnama Hidayat<sup>2\*</sup>, Aunu Rauf<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Entomologi, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor  
Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, West Java, Indonesia. Tel.: +62-251-8629354,  
Fax: +62-251-8629352,

<sup>2</sup>Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, West Java, Indonesia. Tel.: +62-251-8629354,  
Fax: +62-251-8629352,

E-mail: *phidayat@apps.ipb.ac.id*

(diterima Mei 2022, direvisi Juni 2022, disetujui Juli 2022)

### ABSTRAK

Puru merupakan salah satu pertumbuhan tidak normal pada bagian tanaman, salah satunya dapat disebabkan oleh serangga yang berasal dari Ordo Hemiptera. Serangga Hemiptera penyebab puru memiliki distribusi yang luas, terutama di daerah tropis. Terdapat 11 famili dalam Ordo Hemiptera yang dilaporkan menyebabkan puru pada berbagai tumbuhan, namun laporannya di Indonesia masih terbatas. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi serangga Ordo Hemiptera penyebab puru dan mendeskripsikan puru yang terbentuk di beberapa wilayah di Jawa Barat. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2017 sampai dengan Mei 2018 di Bogor, Cianjur, dan Sukabumi dengan metode *purposive*. Penanganan sampel dan identifikasi serangga dilakukan di Laboratorium Biosistematika Serangga, IPB. Terdapat empat famili yang menyebabkan puru tumbuhan, yaitu Psyllidae, Tingidae, Pseudochapteridae, dan Tingidae. Keempat famili tersebut menyebabkan 14 puru di 12 spesies tumbuhan. Enam puru sudah dilaporkan, puru lainnya merupakan laporan baru. Secara umum, puru yang ditemukan terbentuk di daun tumbuhan.

**Kata kunci:** Hiperplasia, Pseudochapteronidae Psyllidae, Tingidae, Triozidae.

### ABSTRACT

Gall is an abnormal growth of plant parts, one of which is caused by insects of the Order Hemiptera. Hemiptera is one of the causes of gall which has a wide distribution, especially in the tropics. There are 11 families of Hemiptera insects that were reported to causes gall on various plants, but reports in Indonesia are still limited. This study aimed to identify the Hemiptera insect that causes galls and describe the characteristics of the galls in several areas in West Java. This research was carried out from August 2017 to May 2018 in Bogor, Cianjur, and Sukabumi with a purposive method. Sample handling and insect identification were conducted at the Insect Biosystematics Laboratory, IPB. There are four families of Hemiptera that cause galls on the plant, namely Psyllidae, Triozidae, Pseudochapteridae, and Tingidae. The four insect families produce 14 galls in 12 plant species. Six of the galls have been reported, while the others are new reports. Generally, galls that found in this study formed on the leaves of plants.

**Keywords:** Hiperplasia, Pseudochapteronidae, Psyllidae, Tingidae, Triozidae.

### PENDAHULUAN

Puru merupakan pertumbuhan abnormal pada bagian tumbuhan, ditandai dengan peningkatan biomassa berupa peningkatan jumlah sel (hiperplasia) atau ukuran sel (hipertrofi). Puru bisa disebabkan oleh patogen atau serangga (Blanche 2012). Puru oleh serangga terbentuk akibat aktivitas makan serangga pradewasa atau peletakan telur oleh serangga betina. Serangga kemudian memodifikasi dinding sel tumbuhan dan

memanfaatkan isi sel inangnya (Mani 1964).

Puru dapat menjadi tempat yang menguntungkan bagi serangga seperti sumber nutrisi, perlindungan, media transportasi, tempat reproduksi sekaligus tempat untuk optimasi interaksi dengan komunitas (Harris & Pitzschke 2020).

Beberapa serangga herbivora (Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Hymenoptera, dan Diptera) dilaporkan dapat menyebabkan puru pada tumbuhan. Setiap ordo serangga

penyebab puru memiliki sifat yang khas dalam memanfaatkan sumber daya inangnya (Shorthouse *et al.* 2005), sehingga puru yang terbentuk unik dan dapat diprediksi serangga penyebabnya.

Salah satu ordo serangga yang mampu menginduksi terbentuknya puru adalah Ordo Hemiptera. Anggota Ordo Hemiptera yang menyebabkan puru terdiri atas 11 famili, yaitu Famili Tingidae, Psyllidae, Aleyrodidae, Phylloxeridae, Adelgidae, Eriococcidae, Kermisidae, Asterolecaniidae, Coccidae, dan Diaspididae (Fernandes 2011). Lebih kurang 350 spesies Psyllidae penyebab puru terutama pada daun tanaman dikotil (Mani, 1964). Tumbuhan inang ordo Hemiptera antara lain Asteraceae, Myrtaceae, Melastomataceae, Fabaceae, Lauraceae, Polygonaceae, Moraceae, Salicaceae, Fagaceae, Ericaceae, dan Verbenaceae (Gonçalves *et al.* 2005, 2009; Gullan *et al.* 2005). Puru yang disebabkan oleh Hemiptera kebanyakan hanya ada satu nimfa per puru, tetapi ada juga yang lebih dari satu nimfa. Umumnya, kompleksitas struktur puru tergantung pada interaksi spesifik antara inang dan spesies taksa penyebab puru yang berdampak pada pembentukan morfologi puru (Martini *et al.* 2020). Puru yang terbentuk bisa sederhana ataupun kompleks, serta dapat ditemukan dalam bentuk tunggal atau mengelompok.

Keanekaragaman hayati serangga penyebab puru dan puru yang terbentuk lebih beragam di daerah tropis (Espírito-Santo & Fernandes 2007; Price *et al.* 1998). Fernandes dan Price (1992) menyatakan bahwa terdapat hubungan positif antara serangga penyebab puru dan kekayaan tumbuhan yang ada di Indonesia. Laporan tentang deskripsi puru dan penyebabnya di Indonesia secara lengkap telah

dilakukan Leeuwen-Reijnvaan dan Leeuwen (1926) dan telah diperbarui melalui beberapa penelitian. Namun, informasi tentang puru yang disebabkan oleh serangga Hemiptera masih terbatas, dan umumnya serangga tersebut hanya disebutkan sampai tingkat famili. Burckhardt (2005) menyatakan bahwa puru yang disebabkan oleh serangga Hemiptera jarang diteliti. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan serangga Ordo Hemiptera penyebab puru dan puru yang terbentuk pada berbagai tumbuhan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi berupa laporan terbaru mengenai serangga Hemiptera penyebab puru pada berbagai tumbuhan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan dari bulan Agustus 2017 hingga Mei 2018. Pengambilan sampel dilakukan di Bogor, Cianjur, dan Sukabumi. Penanganan sampel dan identifikasi serangga dilakukan di Laboratorium Biosistemika Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor.

### **Koleksi Sampel**

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive*. Sampel merupakan bagian tumbuhan yang berpu. Sampel diambil dari berbagai jenis tanaman hortikultura, obat, rempah, serta tanaman pohon lainnya. Pemilihan jenis tanaman dan lokasi didasarkan pada laporan Leeuwen-Reijnvaan dan Van Leeuwen (1926) dan beberapa publikasi tentang tumbuhan yang membentuk puru di wilayah Bogor, Cianjur, dan Sukabumi. Pengamatan puru pada berbagai tanaman dilakukan secara menyeluruh pada setiap wilayah dan tidak

dilakukan pengulangan. Posisi geografi dan ketinggian tempat pengambilan sampel diukur dengan menggunakan aplikasi *Global Positioning System* (GPS). Sampel kemudian dimasukkan dalam plastik *Ziplock* dipelihara di laboratorium.

### **Penanganan Sampel**

Bagian tumbuhan berpuhu dipelihara di laboratorium dengan suhu 23-25 °C, sebagian sampel puru dibedah dengan bantuan mikroskop stereo, sebagian lainnya dipelihara. Pemeliharaan bertujuan untuk mendapatkan serangga dewasa yang keluar dari puru sedangkan pembedahan dilakukan untuk mendapatkan fase larva dan pupa (pra-dewasa) yang berasosiasi pada puru. Serangga yang didapatkan kemudian disimpan dalam tube eppendorf 1.5 ml yang berisi alkohol konsentrasi 70% untuk pengamatan morfologi. Bagian tumbuhan yang sehat dari tanaman berpuhu dibuat herbarium untuk memudahkan identifikasi jenis tumbuhan.

### **Pengamatan Morfologi Puru**

Pengamatan morfologi puru yang dilakukan meliputi bentuk, warna, dan letak puru pada tumbuhan dan didokumentasikan dengan kamera Fujifilm XA3. Puru yang diambil juga diamati di laboratorium dengan bantuan mikroskop stereo Olympus CX 21FS1 dan mikroskop yang dilengkapi kamera digital Leica M250 C untuk mengetahui tipe puru dan ukurannya.

### **Pembuatan Koleksi dan Identifikasi Serangga**

Serangga-serangga penyebab puru yang didapatkan pada penelitian ini termasuk kelompok serangga yang umum menyebabkan puru pada tumbuhan di berbagai negara,

hanya saja laporan di Indonesia masih terbatas. Serangga penyebab puru yang telah didapatkan dibuat koleksi kering dengan menggunakan kertas segitiga sama sisi berukuran 12 mm<sup>2</sup>. Bagian karakter khusus yang tidak jelas untuk diidentifikasi seperti kepala, antena, tungkai, terminalia, dan sayap dibuat preparat mikroskop secara permanen menggunakan metode Miller yang telah dimodifikasi. Preparat yang telah dibuat kemudian diamati dan didokumentasikan di bawah mikroskop compound. Referensi identifikasi mengacu pada Hodkinson & White (1979) dan Hollis (1984).

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil identifikasi serangga Ordo Hemiptera penyebab puru terdiri atas empat genus, yaitu *Pseudocapteron*, *Trioza*, *Pauropsylla*, dan *Stephanitis*. Ketiga genus di awal termasuk Psylloidea yang umum menyebabkan puru di Indonesia maupun berbagai negara (Raman 2012). Psylloidea atau *jumping plant-lice* termasuk serangga pengisap cairan tanaman, menyerang tanaman dikotil, memiliki tanaman inang yang spesifik, terdapat hampir 4.000 spesies yang ada di seluruh dunia (Li 2011), paling banyak di daerah tropis dan daerah beriklim sedang, sedangkan sekitar 400 spesies telah dilaporkan dari Eropa (Burckhardt 2005). Sedangkan genus *Stephanitis* termasuk kelompok polifag (Tsukada 1994), terdiri atas lebih dari 60 spesies serangga, banyak di antaranya merupakan hama buah, pohon hias dan semak di daerah tropis dan subtropis (Howard 2001).

Selanjutnya, frekuensi penemuan puru dan serangga yang didapatkan menjadi hasil yang menarik pada penelitian ini (Tabel 1). Ada puru yang sering, jarang, dan sangat

**Tabel 1.** Frekuensi penemuan dan status puru oleh serangga Ordo Hemiptera yang ditemukan pada berbagai tumbuhan.

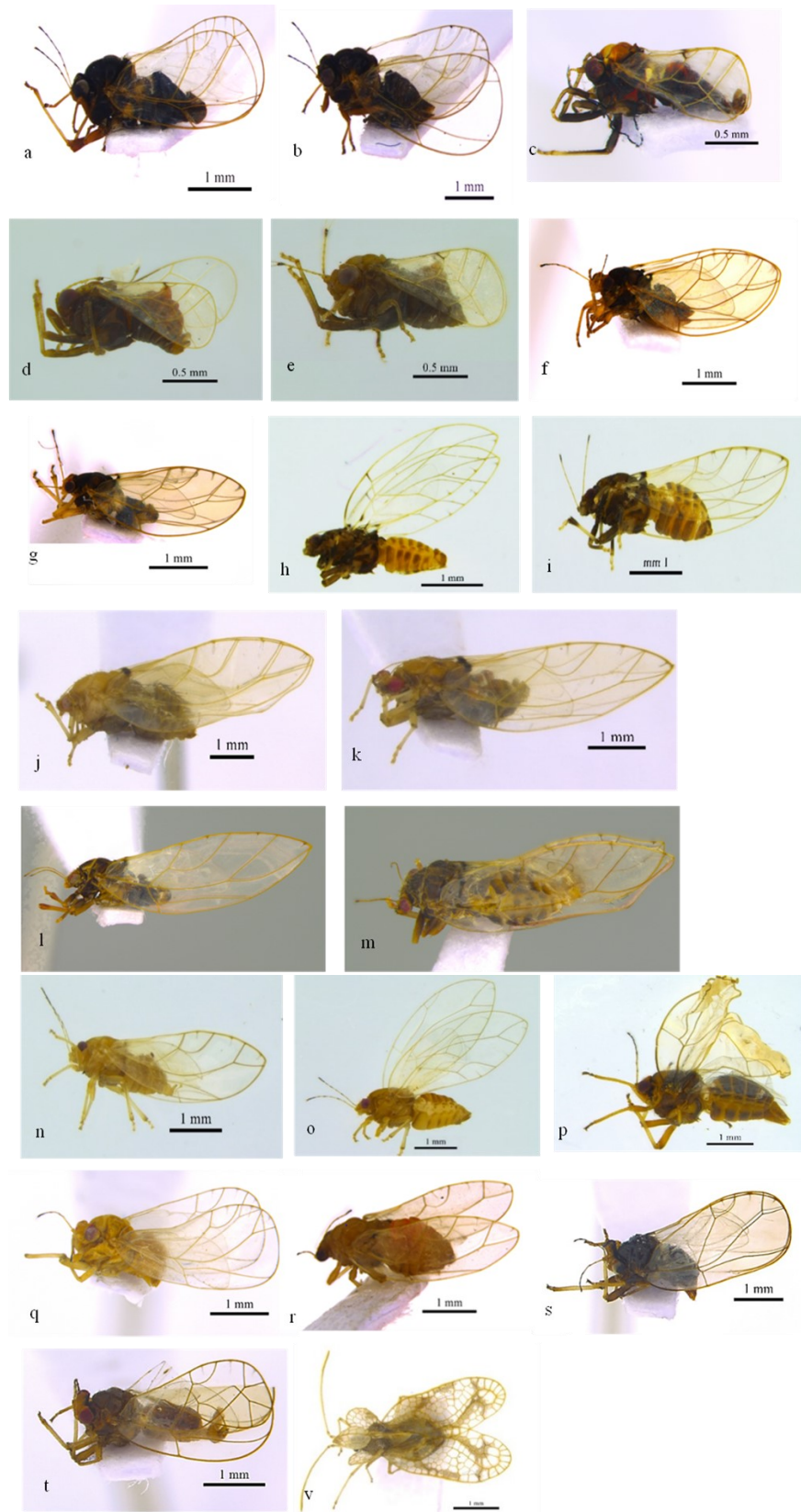
| Serangga                           | Spesies tumbuhan inang (Famili)         | Organ tumbuhan yang berpuru | Frekuensi penemuan puru | Status                |           |        |
|------------------------------------|---|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------|--------|
|                                    |   |                             |                         | Serangga              | Referensi | Puru   |
| <b>Psylloidea</b>                  |   |                             |                         |                       |           |        |
| <i>Pauropsylla longipes</i>        | <i>Ficus variegata</i> (Moraceae)       |                             | +++                     | **                    | -         | * a, b |
| <i>P. longipes</i>                 | <i>Ficus</i> sp.1 (Moraceae)            |                             | +                       | **                    | -         | ** -   |
| <b>Pseudophacopteroidae</b>        |   |                             |                         |                       |           |        |
| <i>Pseudophacopteron</i> sp.       | <i>Syzygium</i> sp. (Myrtaceae)         |                             | +                       | **                    | -         | ** -   |
| <i>Pseudophacopteron alstonium</i> | <i>Alstonia scholaris</i> (Apocynaceae) |                             | ++                      | *                     | b         | * b    |
| <b>Triozidae</b>                   |   |                             |                         |                       |           |        |
| <i>Triozia ghanaensis</i>          | <i>Cinnamomum</i> sp. (Lauraceae).      |                             | +                       | **                    | -         | ** -   |
| <i>Triozia hargreavesi</i>         | <i>Syzygium aqueum</i> (Myrtaceae)      |                             | +++                     | **                    | -         | ** -   |
| <i>Triozia fuscivena</i>           | <i>Syzygium</i> sp. (Myrtaceae)         |                             | +                       | **                    | -         | ** -   |
| <i>Triozia vitiensis</i>           | <i>Syzygium malaccense</i> (Myrtaceae)  |                             | +++                     | *                     | c         | * c    |
| <i>Triozia</i> sp. 1               | <i>Syzygium clavivorum</i> (Myrtaceae)  |                             | +                       | **                    | -         | ** -   |
| <i>Triozia</i> sp. 2               | <i>Ficus cuspidata</i> (Moraceae)       |                             | +                       | **                    | -         | ** c   |
| <i>Triozia</i> sp. 3               | <i>Ficus glomerata</i> (Moraceae)       |                             | +++                     | **                    | -         | ** -   |
| <i>Triozia</i> sp. 4               | <i>Ficus</i> sp.2. (Moraceae)           |                             | +                       | **                    | -         | ** -   |
| <i>Triozia</i> sp. 5               | <i>Syzygium polyanthum</i> (Myrtaceae)  |                             | ++                      | **                    | -         | ** -   |
| <i>Psylloidea</i>                  | <i>Kibara coriataeae</i> (Monimiaceae)  |                             | +                       | Tidak teridentifikasi | -         | ** -   |
| <b>Tingidae</b>                    |   |                             |                         |                       |           |        |
| <i>Stephanitis</i> sp.             | <i>Litsea firma</i> (Lauraceae)         |                             | +                       | **                    | d         | ** -   |

Keterangan:

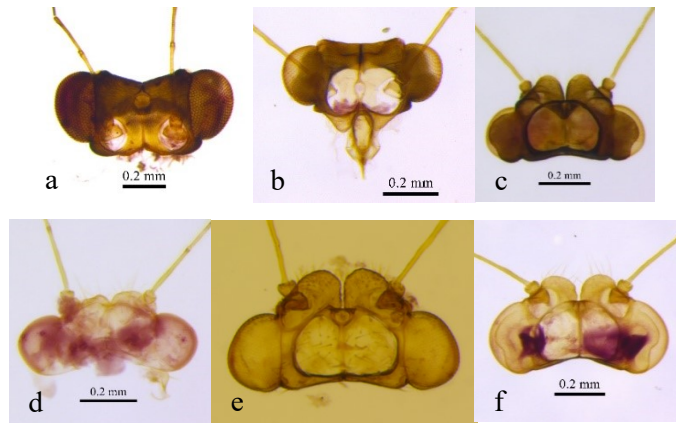
Frekuensi = +: sangat jarang (1-2 kali ditemukan), ++: jarang (3-5 kali ditemukan), +++: sering atau umum ditemui (&gt;5 kali);

Status = \*: sudah dilaporkan di Indonesia, \*\*: belum dilaporkan di Indonesia

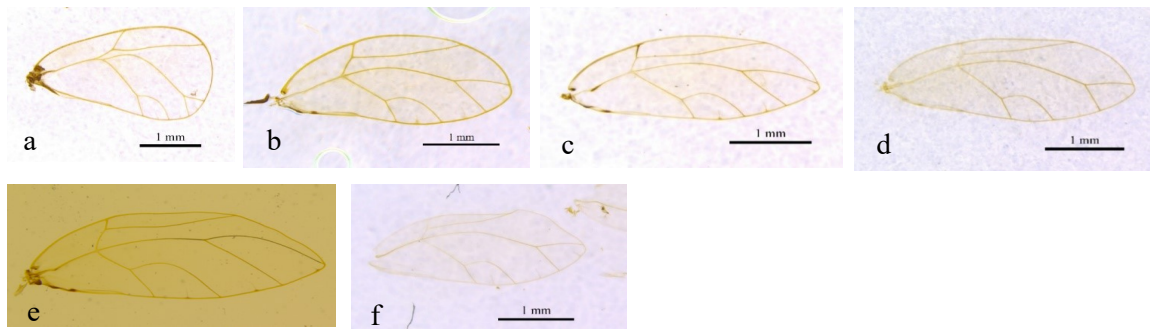
Referensi = a: Suharti dan Danu (2017), b: Kaushik *et al.* (2011), c: Leeuwen-Reijnvaan dan Leeuwen (1926), d: Howard (2001), -: tidak ada referensi pendukung



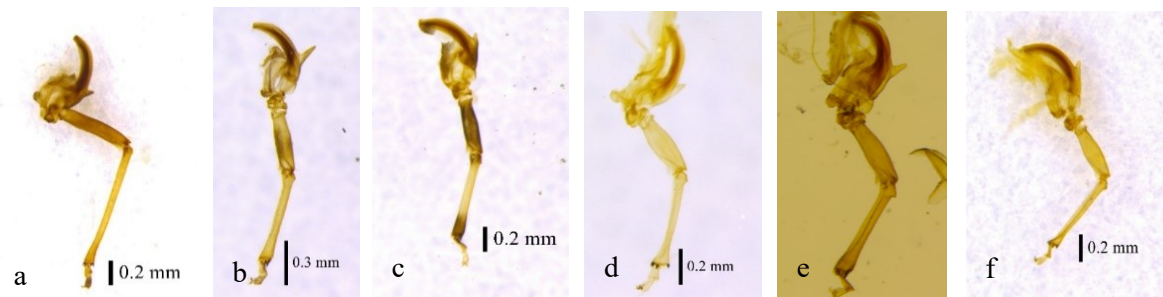
**Gambar 1.** Serangga Ordo Hemiptera penyebab puru tumbuhan. (a) *P. longipes* ♂; (b) *P. longipes* ♀; (c) *Pseudophacopteron* sp. ♂; (d) *P. asltonium* ♂; (e) *P. asltonium* ♀; (f) *T. ghanaensis* ♂; (g) *T. ghanaensis* ♀; (h) *T. hargreavesi* ♀; (i) *T. hargreavesi* ♂; (j) *T. fuscivena* ♀; (k) *T. fuscivena* ♂; (l) *T. vitiensis* ♂; (m) *T. vitiensis* ♀; (n) *Trioza* sp.1 ♂; (o) *Trioza* sp.1 ♀; (p) *Trioza* sp.2 ♀; (q) *Trioza* sp.3 ♀; (r) *Trioza* sp.4 ♀; (s) *Trioza* sp.4 ♂; (u) *Stephanitis* sp.



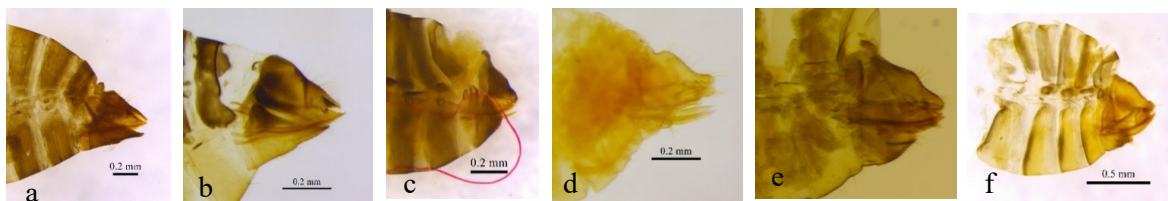
**Gambar 2.** Kepala tampak depan serangga Ordo Hemiptera penyebab puru tumbuhan. (a) *P. longipes*; (b) *T. ghanaensis*; (c) *T. hargreavesi*; (d) *T. fuscivena*; (e) *T. vitiensis*; (f) *Trioza* sp.1



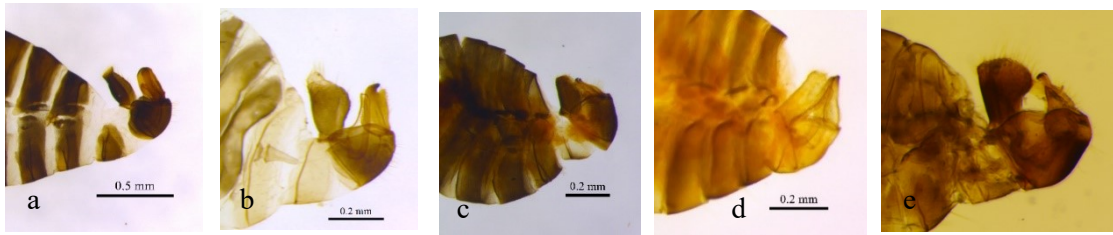
**Gambar 3.** Sayap serangga Ordo Hemiptera penyebab puru tumbuhan. (a) *P. longipes*; (b) *T. ghanaensis*; (c) *T. hargreavesi*; (d) *T. fuscivena*; (e) *T. vitiensis*; (f) *Trioza* sp.1.



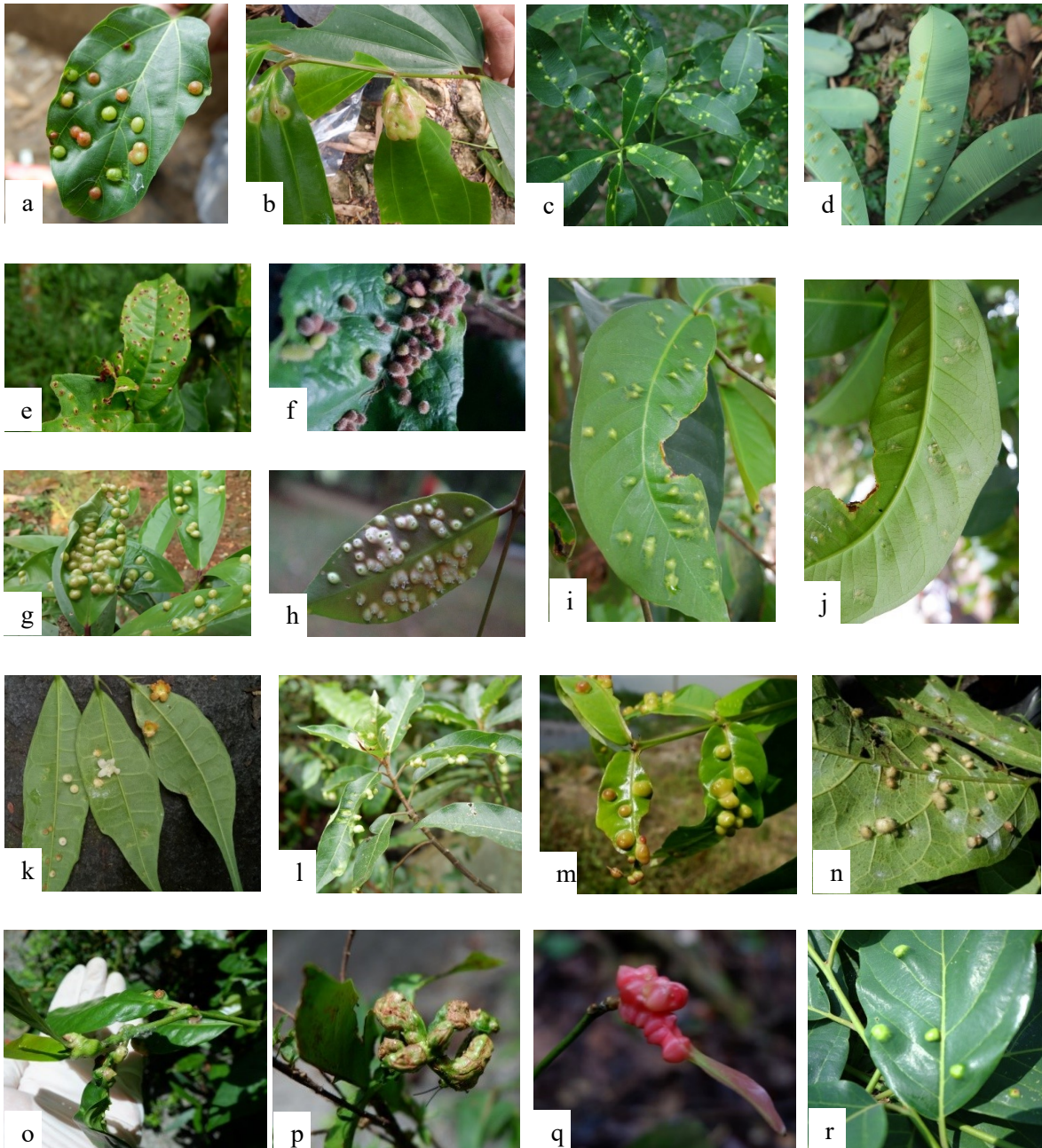
**Gambar 4.** Tungkai serangga Ordo Hemiptera penyebab puru tumbuhan. (a) *P. longipes*; (b) *T. ghanaensis*; (c) *T. hargreavesi*; (d) *T. fuscivena*; (e) *T. vitiensis*; (f) *Trioza* sp.1.



**Gambar 5.** Terminalia ♀ tampak samping serangga Ordo Hemiptera penyebab puru tumbuhan. (a) *P. longipes*; (b) *T. ghanaensis*; (c) *T. hargreavesi*; (d) *T. fuscivena*; (e) *T. vitiensis*; (f) *Trioza* sp.1.



**Gambar 6.** Terminalia ♂ tampak samping serangga Ordo Hemiptera penyebab puru tumbuhan. (a) *P. longipes*; (b) *T. ghanaensis*; (c) *T. hargreavesi*; (d) *T. fuscivena*; (e) *T. vitiensis*.



**Gambar 7.** Puru tumbuhan yang disebabkan oleh serangga Ordo Hemiptera. (a) Puru daun *F. Variiegata*; (b) puru daun *Ficus* sp.1; (c-d) puru daun *A. scholaris*; (e) puru daun *Syzygium* sp.; (f) puru daun *Cinnamomum* sp.; (g) puru daun *S. malaccense*; (h) puru daun *S. clavivorum*; (i-j) puru daun *S. aqueum*; (k) puru daun *F. cuspidat*; (l) puru daun *F. glomerata*; (m) puru daun *Syzygium* sp; (n) puru daun *Ficus* sp.2; (o-p) puru *S. polyanthum*; (q) puru *Kibara coriaceae*; (r) puru daun *Litsea firma*.

jarang ditemukan. Selain itu, sebagian puru yang ditemukan sudah dilaporkan, namun sebagian lainnya merupakan laporan baru. Puru *Ficus* sp.2, *Cinnamomum* sp., *F. glomerata*, *S. clavivorum*, *Syzygium* sp. puru 1, *Syzygium* sp. puru 2, *Kibara coriaceae*, dan *Litsea firma* merupakan puru yang baru dilaporkan pada penelitian ini. Semua puru terbentuk pada daun, kecuali *K. coriaceae* dan *S. polyanthum* yang juga terbentuk pada tangkai dan petiole. Hasil penelitian Yang *et al.* (2006) di Taiwan juga mendapatkan hasil yang sama, bahwa serangan serangga Ordo Hemiptera mayoritas membentuk puru daun. Preferensi serangga menyebabkan puru pada daun di antaranya karena daun yang membentuk puru memiliki kadar gula terlarut total yang jauh lebih tinggi akibat adanya translokasi karbohidrat daripada daun yang normal (Huang *et al.* 2015). Kandungan total gula terlarut ini merupakan sumber nutrisi pada puru.

***Pauropsylla longipes* Rübсаamen (Hemiptera: Psyllidae).** Serangga ini sudah dilaporkan oleh Suharti dan Danu (2017) pada tingkat genus. Hasil identifikasi pada penelitian ini melengkapi deskripsi sebelumnya, didapatkan nama sampai tingkat spesies, yaitu *P. longipes* (Gambar 7a, 7b). Spesies ini menjadi hama penting pada pembibitan tanaman *Ficus variegata* (Moraceae) atau Nyawai. Kayu nyawai digunakan untuk kayu pertukangan dan kayu lapis (*plywood*), bahkan dapat digunakan untuk *face veneer* karena memiliki corak kayu yang baik, kayunya berwarna cerah, yaitu kuning keputihan (Suharti dan Danu 2017).

Karakter morfologi yang dimiliki oleh *P. longipes* (Gambar 1a, 1b) di antaranya

adalah flagelum pada antena 1,41-1,78 kali lebih panjang daripada lebar kepala, rhinaria simple, ujung flagelomer memiliki 2 seta, yang satu panjang dan satunya lebih pendek (Gambar 2a). Venasi sayap yang menggarpu menjadi R dan M+Cu1 (*bifurcating*), sayap belakang kurang lebih 2,05 sampai 2,26 kali panjangnya daripada lebarnya (Gambar 3a). Integumen granular sedikit tertutup oleh seta yang pendek. Median suture pada verteks tidak ada. Klipeus dengan sepasang seta. Koksa belakang tanpa taji ventroapikal, segmen barsitarsal 1,5 kali panjangnya segmen dari tarsi (Gambar 4a) (Hollis 1984).

Tumbuhan inang *P. longipes* yang ditemukan pada saat di lapangan terdiri atas dua spesies, yaitu *Ficus variegata* (Moraceae) dan *Ficus* sp.1 (Moraceae). Puru pada *F. variegata* ditemukan pada daun yang masih muda dengan tinggi 1-1,5 m dari atas permukaan tanah. Serangan banyak ditemukan pada sepertiga pohon sampai ujung titik tumbuh (Gambar 7a). Puru yang terbentuk berada di permukaan atas daun. Bentuk puru bulat dengan ukuran diameter puru 3-5 mm. Warna puru yang masih kecil merah muda, membesarnya ukuran serangga membuat warna puru berubah menjadi kuning sampai hijau muda. Permukaan puru halus, satu puru berisi satu individu serangga. Bentuk puru yang serangganya sudah keluar seperti bunga yang sedang mekar. Setiap daun memiliki jumlah puru paling sedikit 5 puru sampai dengan 50 puru per daun

Puru ini telah dilaporkan di beberapa wilayah oleh Leeuwen-Reijnvaan dan Leeuwen (1926) dengan kode puru 20 167 di berbagai wilayah di Jawa. Laporan sebelumnya puru ditemukan di berbagai daerah, untuk sekitar Bogor ditemukan di Kebun Raya Bogor



(1915) pada ketinggian 250 mdpl, Gunung Gede (1912) 1200 mdpl, Gunung Salak (1911, 1921) 500 mdpl, dan Radjamandala dekat Cianjur 300 mdpl. Pada penelitian ini, puru ditemukan di Kecamatan Darmaga, Bogor Barat (6°33'43" S 106°43'49" E) 184 mdpl, Kecamatan Cariu (6°34'57" S 107°11'54" E) 594 mdpl, Desa Kerta Angsana Kecamatan Nyalindung, Cianjur Selatan (7°01'34" S 106°54'36" E) 752 mdpl, Kecamatan Sukanagara, Cianjur Selatan (7°07'43" S 107°08'44" E) 914 mdpl, Kecamatan Campakawarna, Cianjur Selatan (7°00'59" S 107°10'31" E) pada ketinggian 976 mdpl. Puru ini merupakan puru yang umum ditemukan pada penelitian ini.

*Ficus* sp.1 juga menjadi tumbuhan inang *P. longipes*. Puru yang terbentuk merupakan jenis puru tertutup. Bentuk puru seperti kapsul, berwarna kuning sampai dengan merah (Gambar 1b). Sebagian dari puru berada di permukaan atas daun, dan bagian lainnya berada di permukaan bawah daun, seolah-olah puru dibatasi oleh permukaan daun. Panjang puru kurang lebih 10 mm dengan lebar 4-7 mm. Permukaan puru tertutup oleh rambut berwarna kuning. Terdapat rongga horizontal yang digunakan sebagai tempat hidup serangga. Serangga yang keluar membuat puru menjadi mekar dan kering pada setiap ujungnya. Puru belum pernah dilaporkan di Indonesia sebelumnya. Lokasi puru ditemukan di hutan Kecamatan Pacet, Cianjur (6°46'01" S 107°02'59" E) pada ketinggian 899 mdpl.

***Pseudophacopteron Enderlein* (Hemiptera: Phacopteronidae).** Deskripsi morfologi yang dimiliki oleh *Pseudophacopteron* sp. (Gambar 1c)

di antaranya adalah memiliki venasi sayap depan yang termodifikasi, Rs dan M1+2 melengkung di tengah dan membentuk X, sayap depan hyaline dan tidak berwarna, pada venasi Mc berwarna lebih tebal daripada venasi lainnya. Abdomen serangga berwarna merah gelap dan hitam. Mata majemuk berwarna merah gelap, antena berwarna gelap dengan bagian segmen 9 dan 10 berwarna kuning. Tungkai terdiri dari femur berwarna hitam, tibia berwarna hitam dan kuning, serta tarsus kuning. Tergit ke-4 dan ke-5 tidak menonjol (Hollis 1984).

Tumbuhan inang *Pseudophacopteron* sp. yang ditemukan pada saat pengamatan adalah *Syzygium* sp. (Myrtaceae). Puru yang terbentuk pada daun merupakan puru terbuka, berkembang di permukaan atas daun, seperti spot-spot berwarna kuning dan di tengah berwarna merah gelap (Gambar 12a). Bagian bawah daun ada lubang kecil. Pada bagian permukaan bawah daun terdapat cekungan yang berisi serangga pradewasa (Gambar 1e, 1f). Warna di sekitar lubang pada permukaan bawah daun putih atau merah muda. Hanya ada satu individu serangga dalam setiap lubang.

Puru yang ditemukan pada daun tanaman *Syzygium* ini pernah dilaporkan oleh Leeuwen-Reijnvaan dan Leeuwen (1926) pada tanaman *Eugenia bancana* dan dideskripsikan dengan kode 20 397, ditemukan di KRB (1918) pada ketinggian 250 mdpl. Puru pada penelitian ini, ditemukan di Kecamatan Nyalindung (7°02'54" S 106°57'50" E) 1036 mdpl.

***Pseudophacopteron alstonium* Yang dan Li** (Hemiptera: Phacopteronidae). Deskripsi morfologi dari *P. alstonium* (Gambar 1d dan

1e) di antaranya adalah abdomen hitam, thorax hitam, verteks kuning, gena cokelat, mata majemuk cokelat muda, ocelli oranye, antena kuning, dan segmen ke-9 dan ke-10 hitam. Klipeus cokelat. Tungkai berwarna kuning, koksa hitam, femur cokelat gelap. Sayap depan hyaline dan tidak berwarna, pada venasi Mc berwarna lebih gelap daripada venasi lainnya. Terminalia jantan berwarna cokelat muda dan betina berwarna kuning. Mesoskutelum dan metaskutelum membentuk kerucut. Segmen apikal dari aedeagus pendek. Proctiger pada apical process betina tebal (Qin *et al.* 2010).

Tumbuhan inang dari *P. alstonium* yang ditemukan di lapangan adalah *Alstonia scholaris* (Apocynaceae). Puru yang terbentuk pada daun merupakan puru tertutup, menyerang pada semua bagian daun (Gambar 7c). Bentuk puru tidak beraturan, berwarna kuning, diameternya sekitar 1-3 mm pada puru tunggal, sedangkan pada puru yang berkelompok panjangnya bisa sampai 10-15 mm. Puru dapat berkembang di permukaan atas dan bawah daun (Gambar 7i, 1j). Puru terdapat rongga-rongga berbentuk oval yang menjadi habitat serangga penyebab puru, kemudian serangga yang keluar akan membentuk lubang dengan diameter 1-1,5 mm. Satu lubang hanya berisi satu individu serangga.

Puru telah dilaporkan di beberapa negara seperti di Cina, Indonesia, Filipina, Australia, dan Amerika Serikat (Kaushik *et al.* 2011). Puru pada saat pengamatan ditemukan di Kebun Raya Bogor (KRB) (6°35'53" S 106°47'55" E) pada ketinggian 273 mdpl. Populasi yang tinggi sangat memengaruhi penampilan dan produktivitas *A. scholaris* dikarenakan aktivitas makan

serangga, puru, dan embun jelaga yang terbentuk. *P. alstonium* telah menjadi perhatian di Cina dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini karena *A. scholaris* banyak dibudidayakan sebagai tanaman hias, keperluan medis, kayu, dan digunakan dalam industri makanan serta bahan permen karet (Daojian *et al.* 2013; Qin *et al.* 2010; Zhang *et al.* 2011).

### ***Trioza* Förster (Hemiptera: Triozidae).**

Genus *Trioza* memiliki karakter venasi sayap depan terdiri *trifurcating*, tanpa pola warna cokelat, umumnya berwarna kuning, pterostigma tidak ada. Antena silindris, tanpa seta gelap yang panjang. Antena segmen kedua lebih sempit dari segmen pertama, dan lebih pendek dari segmen ketiga. Kepala terlihat dari atas memiliki verteks yang pendek, panjangnya kira-kira 0,8 kali lebarnya namun umumnya lebih pendek, mata sangat cembung. Terdapat genal cone yang jelas. Terminalia memiliki genae yang berkembang secara jelas dan mengarah ke anterior (Hollis 1984). Karakter diagnostic yang paling khas dari tiap spesies *Trioza* adalah terminalia jantan dan betina.

Dari hasil identifikasi didapatkan tiga jenis *Trioza* yang diidentifikasi sampai spesies, yaitu *T. hargreavesi* (Gambar 1h, 1i), *T. vitiensis* (Gambar 1l, 1m) dan *T. fuscivena* (Gambar 1j, 1k) sedangkan lima spesies lainnya hanya bisa diidentifikasi sampai tingkat genus, yaitu *Trioza* sp.1 (Gambar 1n, 1o), *Trioza* sp.2 (Gambar 1p), *Trioza* sp.3 (Gambar 1q), *Trioza* sp.4 (Gambar 1r), *Trioza* sp.5 (Gambar 1t).

Bagian yang membedakan antar spesies *Trioza* di antaranya adalah bentuk ujung sayap dan terminalia. Perbedaan pada betina terdiri dari bentuk proctiger, ovipositor dan

valvula ventralis, palp, dan subgenital plate. Sedangkan pada jantan terdapat perbedaan bentuk dari proctiger, subgenital plate, anus, penis, dan parameres. Identifikasi hanya dilakukan sampai tingkat genus karena jumlah serangga yang keluar dari puru kurang dari tiga individu sehingga tidak dilakukan pembuatan preparat mikroskop.

***Trioza hargreavesi* Hollis (Hemiptera: Triozidae).** *T. hargreavesi* merupakan salah satu spesies yang berukuran besar. Flagelomer ketiga tidak punya rhinaria, bagian verteks cembung. Sudut R1 dan percabangan Rs kurang dari 90°, R dan R1 tidak berpigmen, percabangan M jauh dari garis Rs dan Cula, panjang sayap depan jantan dan betina mencapai 4,4-5,4 mm. Sayap belakang tidak mempunyai radular area pada bagian r2, ujung dari claval suture jauh dari Cu1b. C dan Sc tidak tebal, tetapi sedikit lebih tebal daripada R. Sayap belakang hyaline (Gambar 3c) (Hollis 1984).

Tumbuhan inang dari *T. hargreavesi* adalah tanaman jambu air atau *Syzygium aqueum* (Myrtaceae). Puru yang terbentuk pada daun merupakan puru terbuka (Gambar 7i, 7j). Serangan serangga hanya membuat permukaan bagian atas daun cembung, berwarna kuning, dan tidak beraturan. Bagian permukaan bawah daun sedikit cekung. Serangan yang terjadi hampir di semua daun dalam satu pohon. Satu cekungan pada daun terdapat satu individu serangga pradewasa yang terlihat.

Puru pada tanaman ini sudah pernah dilaporkan sebelumnya oleh Rachman *et al.* (2012), namun hanya disebutkan bentuk puru adalah tonjolan. Puru ini cukup umum

ditemui pada pohon jambu air atau *Syzygium aqueum* (Myrtaceae). Namun, serangga yang muncul pada saat pemeliharaan belum pernah dilaporkan di Indonesia. Serangga yang muncul didapatkan dari puru yang ditemukan di Kecamatan Warungkondang, Cianjur Selatan (6°54'36" S 107°06'14" E) pada ketinggian 621 mdpl.

***Trioza fuscivena* Hollis (Hemiptera: Triozidae).** Serangga yang muncul belum pernah dilaporkan ada di Indonesia. Deskripsi morfologi yang dimiliki oleh *T. fuscivena* di antaranya adalah panjang flagelum antena kira-kira dua kali lebar kepala, ultimate rostrum segment lebih pendek dari flagelomer apical (Gambar 2d). Sayap depan panjangnya kira-kira 1,8 kali sayap belakang, R dan R1 pada sayap belakang ditandai dengan adanya pigmen berwarna cokelat. Percabangan M pada sayap depan jauh dengan garis Rs dan Cu1a, radular area pada area r2 tidak ada dan ujung dari claval suture jauh dari ujung Cu1b, C dan Sc tidak tebal akan tetapi sedikit lebih tebal daripada R, sayap depan hyaline, tidak ada area yang berpigmen (Gambar 4d) (Hollis 1984).

Tumbuhan inang dari *T. fuscivena* adalah *Syzygium* sp. (Myrtaceae). Puru terbentuk pada daun, merupakan puru tertutup. Bentuk purunya bulat tidak beraturan pada permukaan atas daun, seperti kubah setengah lingkaran (Gambar 7e), permukaannya halus, berwarna hijau muda, beberapa ada yang merah tetapi sedikit, diameter antara 2-6 mm. Gejala yang tampak pada permukaan bagian bawah daun hanya terdapat lingkaran berwarna kuning muda atau putih dan rata. Puru bisa tunggal atau menggerombol, hanya ada satu serangga

dalam satu puru. Pada saat pengamatan, puru banyak terbentuk pada sepertiga bagian atas tanaman. Tinggi tanaman yang diamati sekitar dua meter.

Puru yang ditemukan dan serangga yang muncul belum pernah dilaporkan sebelumnya di Indonesia. Puru ditemukan di Kecamatan Pasirkuda, Cianjur Selatan (7°11'45" S 107°14'38" E) pada ketinggian 1045 mdpl.

***Trioza vitiensis* Kirk. (Hemiptera: Triozidae).**

Karakter morfologi yang dimiliki oleh *T. vitiensis* di antaranya adalah flagelomer pertama lebih panjang 2 kali dari flagelomer kedua (Gambar 2e). Sayap depan hyaline, bagian ujung meruncing, panjangnya kurang dari 3 kali lebar sayap, setengah panjang R., percabangan M jauh dengan garis Rs-Cu1a, tidak ada radular area pada daerah r2 dan ujung dari claval suture jauh dari ujung Cu1b, C+Sc lebih tebal dari R, sayap depan Cu tidak lebih dari setengah panjang Cu1b (Gambar 3e). Terminalia pada jantan paramer ujung tumpul berwarna hitam, proctiger rata pada bagian ujungnya (Gambar 6e) (Hollis 1984; Leeuwen-Reijnvaan dan Leeuwen 1926).

Tumbuhan inang *T. vitiensis* adalah tanaman jambu bol atau jambu jamaika atau *Syzygium malaccense* (Myrtaceae). Puru yang terbentuk adalah puru tertutup, membentuk bulatan-bulatan yang tidak beraturan, permukaan halus (Gambar 7g). Puru berkembang pada permukaan atas dan bawah daun. Diameter puru mencapai 7 mm, berwarna putih kemudian berubah merah muda, dan ketika sudah matang puru akan berwarna hijau. Satu bulatan hanya ada satu individu serangga. Serangga akan membentuk

lubang sebagai jalan keluar pada salah satu bagian puru. Puru daun bisa tunggal dan atau berkelompok. Puru ini sering ditemukan pada saat pengambilan sampel.

***Trioza* sp.1.** Spesies ini sekilas mirip *T. fuscivena* (Gambar 1n, 1o), namun pada *Trioza* ini tidak ditemukan pigmen pada venasi R dan R1 (Gambar 3f). Bentuk paramere persegi panjang yang sedikit melengkung, antara pangkal dan ujung lebarnya sama, sedangkan pada *T. fuscivena* pangkal paramere lebih besar daripada ujungnya, serta ujungnya tumpul. Pada terminalia betina setiap segmen dan bentuknya sama, namun pada *Trioza* sp.1 ini perbedaan hanya terdapat pada sub genital plate yang bergerigi dan ujung valvula ventralis yang lebih bulat.

Tumbuhan inang dari *Trioza* sp.1 berasal dari tanaman *Syzygium clavivorum* (Myrtaceae). Serangan dari serangga membentuk puru terbuka pada daun. Permukaan atas daun sedikit menggelembung, berwarna hijau sedikit cokelat dan bentuknya tidak beraturan (Gambar 7h). Sementara itu, puru berkembang pada permukaan bawah daun, berbentuk seperti tabung, berwarna putih sampai merah muda (Gambar 24b). Tinggi puru 1-2 mm, sedangkan diameter lubangnya 1-2 mm. Puru yang terbentuk bisa tunggal ataupun mengelompok. Eksuvia dari pradewasa berwarna putih, bisa terlihat ketika imago sudah keluar atau akan keluar, setiap lubang puru hanya terdapat satu individu serangga. Puru dan serangga penyebabnya belum pernah dilaporkan sebelumnya di Indonesia. Puru ini ditemukan di koleksi tanaman Myrtaceae KRB (6°35'38" S 106°48'05" E) pada ketinggian 255 mdpl.

***Trioza sp.2.*** *Trioza sp.2* yang didapatkan pada saat pemeliharaan puru hanya satu imago betina, sayapnya terlipat, namun masih terlihat pola venasinya untuk diidentifikasi sampai tingkat genus (Gambar 25). Ujung sayap spesies ini tidak terlihat. Terminalia yang dimiliki sekilas mirip *T. ghanaensis*, akan tetapi proctiger pada *Trioza sp.2* lebih panjang. Selain itu, panjang palp tidak melebihi panjang sub genital dan proctiger.

Tumbuhan inang dari *Trioza sp.2* adalah *Ficus cuspidata* (Moraceae). Puru yang terbentuk pada daun akibat serangan *Trioza sp.2* merupakan puru tertutup, berbentuk bulat tidak beraturan, berwarna kuning sampai oranye muda, atau putih (Gambar 7k). Permukaan puru halus dan mengkilat. Puru berkembang di bagian permukaan bawah daun, setelah serangga keluar puru membuka sempurna seperti bunga yang sedang mekar. Dalam satu puru hanya terdapat satu individu serangga. Diameter puru yang terbentuk sekitar 2-4 mm.

Puru pada *F. cuspidata* sebelumnya telah dilaporkan di beberapa wilayah oleh Leeuwen-Reijnvaan dan Leeuwen (1926) dengan kode puru 20 441. Puru pernah ditemukan di berbagai wilayah, seperti di Gunung Gede pada ketinggian 1500 (1909), 1600 (1912), dan 200 (1918) mdpl, Bandung (1910) 1600 mdpl, Gunung Salak (1920) 1000 mdpl, Gunung Lawu (1924) 1600 mdpl (Leeuwen Reijnvaan dan Leeuwen 1926). Sementara itu, pada penelitian ini hanya ditemukan di kawasan TNGGP pada ketinggian 1605 mdpl.

***Trioza sp.3.*** Spesies ini merupakan salah satu spesies yang memiliki ukuran cukup besar

dibandingkan spesies *Trioza* lain (Gambar 27). Panjang sayap 1,5 kali panjang tubuhnya. Sayap melebar pada bagian ujungnya dan membulat. Pada saat pemeliharaan puru dari lapang, hanya didapatkan tiga individu. Serangga ini muncul dari tumbuhan *Ficus glomerata* (Moraceae).

Tumbuhan inang dari *Trioza sp.3* adalah *Ficus glomerata* (Moraceae). Jenis puru yang terbentuk adalah puru tertutup. Bentuk puru tidak beraturan (Gambar 11).

Puru berwarna kuning dan berkembang pada permukaan bawah daun, sedangkan permukaan atas daun mengerut tidak beraturan (Gambar 7l). Pada satu puru bisa berisi lebih dari satu serangga, tergantung pada besar puru, kebanyakan 2-4 serangga, kantong larva puru berbentuk longitudinal. Belum ada laporan tentang puru ini di Indonesia. Pada saat penelitian ditemukan di Cibinong (6°29'21" S 106°50'20" E) pada ketinggian 131 mdpl, Taman Buah Mekarsari, Kecamatan Cileungsi (6°24'54" S 106°59'01" E) pada ketinggian 74 mdpl, dan Kecamatan Cariu (6°32'24" S 107°10'38" E) pada ketinggian 945 mdpl. Namun, serangga penyebab puru yang muncul hanya berasal dari puru yang ditemukan di Kecamatan Cariu.

***Trioza sp.4.*** Saat pemeliharaan puru terdapat satu ranting dengan 15 helai daun yang terserang puru, namun hanya didapatkan dua individu betina dan satu individu jantan serangga yang keluar. Individu yang jantan sayapnya telah rusak. Sayap bagian belakang membulat, namun lebih lebar pada jantan dibandingkan dengan betina. Serangga jantan memiliki bagian seperti petiole yang menyambungkan antara protoraks dan abdomen, bagian tersebut juga sama seperti

pada bagian antara abdomen dan terminalia. Bagian ini tidak terdapat pada anggota genus *Trioza* lainnya yang ditemukan pada penelitian ini.

Tumbuhan inang dari *Trioza* sp.4 adalah *Ficus* sp.2 (Moraceae). Gejala yang terbentuk berupa puru yang berwarna kuning di permukaan bawah daun (Gambar 7n). Tinggi puru dari permukaan daun 4-6 mm, lebar 2-4 mm dan panjangnya 3-5 mm. Puru dilapisi oleh rambut berwarna kuning, ketika serangga keluar bagian ujung puru membuka dan puru mekar, di dalamnya terlihat benang-benang berwarna putih. Benang ini merupakan filamen yang disekresikan oleh nimfa melalui dorsal caudal (Wineriter & Halbert 2002). Pada permukaan atas daun terdapat duri-duri yang berwarna hitam, yang menandakan terdapat puru pada permukaan bawah daun (Gambar 30c).

Puru ditemukan di Kecamatan Naringgul, Cianjur Selatan pada ketinggian 234 mdpl. Serangga yang muncul pada saat pemeliharaan puru dan puru yang terbentuk belum pernah dilaporkan, mengingat kajian tentang puru terutama serangan yang diakibatkan oleh *Trioza* masih terbatas di Indonesia.

***Trioza* sp.5.** Spesies ini memiliki karakter seperti genus *Trioza* pada umumnya. Beberapa karakter tambahan yang dimiliki *Trioza* ini adalah ukuran tubuhnya yang besar dengan ujung sayap tumpul. Terminalia dari spesies ini sekilas mirip *T. fuscivena* akan tetapi ujung dari proctigernya bulat tanpa ada lekukan. Hanya didapatkan 2 individu serangga saat pemeliharaan puru.

Tumbuhan inang dari *Trioza* sp.5 adalah daun salam atau *Syzygium polyanthum* (Myrtaceae). Puru yang terbentuk terjadi

hampir di semua organ tanaman dengan bentuk yang berbeda-beda (Gambar 1o, 1p). Gejala pada daun dan batang biasanya berbentuk fusiform. Pada ujung titik tumbuh terjadi pembengkakan yang tidak beraturan, sedangkan pada tulang daun yang ada di daun membentuk rongga-rongga yang berisi serangga. Dalam satu puru terdapat beberapa serangga, dan pada bagian yang serangganya sudah keluar akan mengering.

Puru ini belum pernah dilaporkan sebelumnya, namun puru ini cukup sering ditemui pada setiap pohon daun salam pada saat pengamatan, namun ketika dipelihara tidak muncul serangga penyebabnya. Puru dan serangga yang muncul ditemukan di pohon salam di Arboretum Fakultas Kehutanan IPB (6°33'17" S 106°43'48" E) pada ketinggian 192 mdpl.

**Psylloidea yang tidak teridentifikasi.** Puru yang terbentuk diketahui disebabkan oleh serangga Subordo Psylloidea, namun pada saat pemeliharaan hanya didapatkan fase pra-dewasa melalui pembedahan. Puru ditemukan pada tunas tumbuhan *Kibara coriaceae* (Monimiaceae). Jenis puru yang terbentuk adalah puru tertutup, menyerang ujung titik tumbuh tanaman, bagian tunas (Gambar 7q). Bentuk puru tidak beraturan, berwarna merah muda, terdapat rongga serangga longitudinal. Dalam satu rongga tersebut hanya terdapat satu individu serangga. Pada saat pengamatan di lapangan hanya didapatkan satu gejala dalam satu pohon. Permukaan puru lunak dan sedikit berair. Puru ini didapatkan di kawasan TNGGP pada ketinggian 1200 mdpl.

***Stephanitis* Stål (Hemiptera: Tingidae).** Spesies ini ditemukan berada di sekitar puru yang

terbentuk (Gambar 1r). Karakter morfologi yang dimiliki oleh *Stephanitis* sp. diantaranya adalah paranota ada dengan duri pada lateral, terlipat ke dalam, berlawanan dengan pronotum, dan tidak mencapai carina. Labium tidak terganggu oleh lempeng melintang. Paranota explanata sedikit luas dan rata pada permukaan pronotum. Kepala tertutup oleh *hood* dan tertutup duri (Howard 2001).

Tumbuhan inang dari *Stephanitis* adalah *Litsea firma* (Lauraceae). Serangan yang disebabkan oleh serangga ini membuat daun menggebung seperti mangkok yang terbalik pada permukaan atas daun (Gambar 7r). Bagian yang terserang berwarna kuning, dan cekung di bagian bawah daun. Diameter puru yang terbentuk 3-5 mm. Serangga berada di bawah permukaan yang cekung, selain itu serangga juga ditemukan di sekitar gejala yang terbentuk. Gejala dan serangga didapatkan dari koleksi tanaman di KRB (6°35'44" S 106°048'01" E) pada ketinggian 258 mdpl.

Puru yang ditemukan akibat serangan serangga Hemiptera terdiri atas dua jenis, yaitu puru tertutup (9) dan puru terbuka (3), sedangkan bentuk dan karakteristiknya bermacam-macam bergantung pada respons tanaman terhadap aktivitas serangga penyebab puru. Karakter puru yang terbentuk juga sangat khas pada setiap tumbuhan. Terbentuknya puru oleh serangga sangat rumit dan beragam. Hal ini merupakan proses modifikasi perkembangan tumbuhan yang dihasilkan oleh reaksi spesifik akibat adanya aktivitas organisme lain. Pembentukan puru dipicu oleh aksi zat kimia yang dikeluarkan oleh penginduksi, termasuk zat pengatur tumbuh seperti auksin, sitokinin, asam indole-3-asetat (IAA), dan jenis senyawa lainnya (Gätjens-

Boniche 2019). Banyak spesies serangga telah memperoleh kemampuan untuk mengarahkan perkembangan tanaman untuk membentuk organ unik yang disebut *galls*, yang memberi serangga ini makanan yang unik dan ditingkatkan serta perlindungan dari musuh dan unsur-unsurnya (Jack *et al.* 2019). Beberapa karakteristik puru adalah adanya rambut pada permukaannya seperti pada puru daun tanaman *Ficus* sp.1 dan *Ficus* sp.2. Rambut merupakan modifikasi sel epidermis dengan tambahan trikoma untuk melindungi dari larva parasitoid (Dalin *et al.* 2008). Beberapa puru juga memiliki lapisan keras pada saat pembedahan. Lapisan tersebut merupakan lapisan sklerenkim yang mengeras, berfungsi sebagai mekanisme perlindungan terhadap parasitoid dan mencegah oviposisi oleh microhymenoptera (Brooks & Shorthouse 1998; Vandevyvere & De Bruyn 1998), namun mekanisme ini tidak terjadi pada puru yang berbentuk kantong seperti pada puru daun tanaman *Ficus variegata*. Bagian tumbuhan yang membentuk puru dan serangga penyebabnya merupakan interaksi yang unik sehingga perlu dilakukan banyak penelitian untuk menambah informasi menjadi lebih komprehensif khususnya di Indonesia yang memiliki keragaman yang melimpah.

## KESIMPULAN

Puru yang terbentuk akibat serangan serangga Ordo Hemiptera semua berada di bagian daun, terdiri atas 6 puru yang sudah dilaporkan sebelumnya dan 8 puru yang belum pernah dilaporkan di Indonesia. Serangga Ordo Hemiptera yang menjadi penyebab puru berasal dari Famili Psyllidae, Trioziidae, Pseudophacopteronidae, dan Tingidae. Dari hasil identifikasi didapatkan dua spesies yang

sudah dilaporkan, empat spesies yang belum dilaporkan dan lima spesies lainnya hanya bisa teridentifikasi sampai tingkat genus.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Lembaga Pengelola Dana Keuangan (LPDP) atas pendanaan penelitian yang diberikan melalui Program Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI) tahun 2016.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Brooks, S. E. & Shorthouse, J. D., (1998). Developmental morphology of stem galls of *Diplolepis nodulosa* (Hymenoptera: Cynipidae) and those modified by the inquiline *Periclistus pirata* (Hymenoptera: Cynipidae) on *Rosa blanda* (Rosaceae), *Canadian Journal of Botany*, 76(3), 365-381.
- Burckhardt, D. (2005). Biology, ecology and evolution of gall-inducing psyllids (Hemiptera: Psylloidea). Dalam A. Raman, C. W. Schafer & T. M. Whithers (Editor). *Biology, ecology and evolution of gall-inducing arthropods* (hal 143-157). Enfield (New Hampshire): Science Publishers.
- Dalin, P., Ågren, J., Björkman, C., Huttunen, P. & Kärkkäinen, K. (2008). Leaf trichome formation and plant resistance to herbivory. Dalam A. Schaller (Editor), *Induced plant resistance to herbivory* (hal. 89-105). Dordrecht: Springer.
- Espírito-Santo, M. M., & Fernandes, G. W. (2007). How many species of gall-inducing insects are there on earth, and where are they?. *Annals of the Entomological Society of America*, 100(2), 95-99.
- Fernandes, G. W., & Price, P. W. (1992). The adaptive significance of insect gall distribution: survivorship of species in xeric and mesic habitats. *Oecologia*, 90 (1), 14-20.
- Gätjens-Boniche, O. (2019). The mechanism of plant gall induction by insects: revealing clues, facts, and consequences in a cross-kingdom complex interaction. *Revista de Biología Tropical*, 67(6), 1350-1382.
- Harris, M. O., & Pitzchke, A. (2020). Plants make galls to accommodate foreigners: some are friends, most are foes. *New Phytologist*, 225 (5), 1852-1872.
- Huang, M. Y., Huang, W. D., Chou, H.M., Chen, C., Chen, P. J., Chang, Y. T., & yang, C. M. (2015). Structural, biochemical, and physiological characterization of photosynthesis in leaf-derived cup-shaped gall *Litsea acuminata*. *BMC Plant Biology*, 15(1)
- Docters van Leeuwen-Reijnvaan, J., & Docters van Leeuwen, W. M. (1926). *Zooecidia of the Netherlands East Indies*. Batavia (ID): Drukkerij de Unie.
- Mani, M. S. (1964). *Ecology of Plant Galls*. Macmilan: Delhi.
- De Olivera, D. C., Martini, V., Moreira, A. S. F. P., Fuzaro, L. & Goncalves, L. A. (2020). *Pseudophacopteron longicaudatum* (Hemiptera) induces intralaminar leaf galls on *Aspidosperma tomentosum* (Apocynaceae): a qualitative and quantitative structural overview. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 92 (2), e220181002
- Raman, A. (2012). Adaptive radiation and diversification in gall-inducing insects in the Indian subcontinent: search for a pattern. *Deuts Entomology Zeitsch*, 59,177–187.



- Schultz, J.C., Edger, P. P., Body, M. J. A. & Heidi M. Appel, H. M. (2019). A galling insect activates plant reproductive programs during gall development. *Scientific Reports* 9 (1833), 1-17.
- Suharti, T. & Danu, N. F. N. (2015). Identifikasi hama penyebab gall pada daun bibit nyawai (*Ficus variegata* L.). *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan*, 3(1), 1-8.
- Tsukada, M. (1994). Zymogram comparisons between eleven species of Japanese lace bugs (Heteroptera: Tingidae). *Applied Entomology and Zoology*, 29(1), 63-70.
- Vandevyvere, I., & De Bruyn, L. (1998). Morphological and histochemical analysis of galls of *Lipara lucens* (Diptera, Chloropidae) on *Phragmites australis* (Poaceae). *Canadian journal of botany*, 76(8), 1374-1384.