

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman pisang (*Musa spp.*) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi dan dibudidayakan pada berbagai jenis sistem budi daya pertanian tropika. Tanaman pisang mudah beradaptasi pada semua jenis lingkungan, sehingga beberapa negara menjadikan pisang sebagai bahan makanan sepanjang musim (Megia 2005). Indonesia memiliki keanekaragaman pisang yang tinggi, dengan beberapa variasi genom pisang, di antaranya genom AA (pisang kultivar mas), genom AAA (pisang kultivar ambon, Cavendish, badak, sooso, sereh/belitung, dan santen), genom AAB (pisang kultivar raja, tanduk, seribu, boewaja, dan sewu), dan genom ABB (pisang kultivar kepok, batu, dan Ebong) (Cahyono 2016). Pada tahun 2018, produksi pisang mengalami kenaikan sebesar 1,42% (101,698 ton) menduduki peringkat pertama penyumbang produksi buah terbesar di Indonesia (BPS 2018).

Serangan hama dan penyakit dapat menurunkan produksi tanaman pisang. Pada tahun 2013, produksi pisang di Indonesia mengalami penurunan 1,17% dari 6,13% di tahun 2010 (KEMENTAN 2016). Penurunan produksi pisang juga terjadi di Hawaii, menurun hingga 32% (NASS 2016). Penurunan tersebut selain disebabkan faktor abiotik, dikarenakan juga adanya penyakit kerdil pisang. Penyakit kerdil pisang disebabkan oleh *Banana bunchy top virus* (BBTV) (Wu dan Su 1990; Greenwell 2012). Kutudaun pisang dan keladi telah dilaporkan menjadi serangga vektor dalam penyebaran dan penularan BBTV secara persisten dan sirkulatif (Yasmin *et al.* 1999; EL-DougDoug *et al.* 2006; Watanabe *et al.* 2013). Virus diperoleh dan ditransmisikan dalam proses akuisisi dan proses inokulasi selama 4 jam 15 menit. Kutudaun pisang dengan BBTV di dalam tubuhnya, virus terdeteksi di dalam saluran pencernaan (anterior midgut) dan di kelenjar ludah kutudaun pisang (Watanabe *et al.* 2013).

BBTV tergolong dalam Genus *Babuvirus*, Famili *Nanoviridae* (Greenwell 2012). Gejala infeksi BBTV pada tanaman pisang muncul pada pangkal daun ke dua atau ke tiga dan punggung batang daun, apabila dilihat permukaan bawahnya akan tampak adanya garis-garis hijau tua sempit yang terputus-putus. Daun muda lebih tegak, pendek, sempit dengan batang yang lebih pendek dari biasanya, menguning sepanjang tepinya, dan mengering. Daun menjadi rapuh dan mudah patah. Tanaman terhambat pertumbuhannya dan daun-daun membentuk roset pada ujung batang palsu (Wu dan Su 1990). Serangan BBTV pertama kali terjadi di Kepulauan Fiji, penurunan produksi pisang kultivar Cavendish dari 780,000 tandan di tahun 1892 menjadi 114,000 tandan di tahun 1895 (Magee 1953). Di Indonesia BBTV sudah tersebar di tujuh provinsi, yaitu Riau, Sumatera Barat, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, dan Bali (Nurhadi dan Setyobudi 2000).

Kutudaun pisang dan keladi, keduanya juga merupakan serangga kriptik dan polifag (Blackman dan Eastop 2000; Bagariang 2018). Kutudaun menggunakan kemoreseptor dalam melakukan kontak dengan tanaman inang. Kutudaun akan memasukkan stilet-nya ke dalam epidermis, mesofil, hingga floem untuk mendapatkan nutrisi tanaman (Rectalata dan Tjallingii 2015). Karakterisasi rinci dan identifikasi perilaku makan serangga dapat dipantau secara langsung menggunakan EPG (Tjallingii dan Easch 1993; Luccini dan Panizzi 2017). Pemantauan perilaku makan menggunakan EPG dapat mengevaluasi beberapa hal

seperti aktivitas probing dan lamanya fase floem yang dapat mengevaluasi preferensi tanaman inang, inokulasi dan akuisisi virus, serta varietas tahan terhadap serangan serangga (Klingauf 1987; Prado 1997), namun terbatas pada serangga herbivora yang hanya memiliki tipe alat mulut penusuk-penghisap (Walker 2000).

1.2 Perumusan Masalah

Kutudaun pisang dan keladi merupakan serangga vektor BBTV, penyebab penyakit kerdil pisang. Penyakit ini menjadi masalah penting secara ekonomi, karena berdampak pada pengurangan produksi pisang di dunia. Kedua spesies ini termasuk spesies kriptik dan polifag. Informasi kisaran inang dan perilaku makan kutudaun pisang dan keladi masih jarang ditemukan. Sehingga perlu dilakukan pengujian preferensi dan kesesuaian inang serta perilaku makan kutudaun pisang dan keladi. Dengan demikian diharapkan akan menghasilkan informasi tanaman yang mempunyai potensi untuk menjadi tanaman inang alternatif kutudaun pisang dan keladi dan varietas tahan BBTV.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mempelajari preferensi dan kesesuaian inang kutudaun pisang dan keladi pada berbagai tanaman inang; (2) mengevaluasi perilaku makan kutudaun pisang dan keladi pada tanaman Famili Musaceae dan Araceae.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi akurat preferensi dan kesesuaian inang serta perilaku makan kutudaun pisang dan keladi pada berbagai tanaman inang. Sehingga dapat digunakan untuk mengembangkan varietas pisang tahan BBTV di masa mendatang.

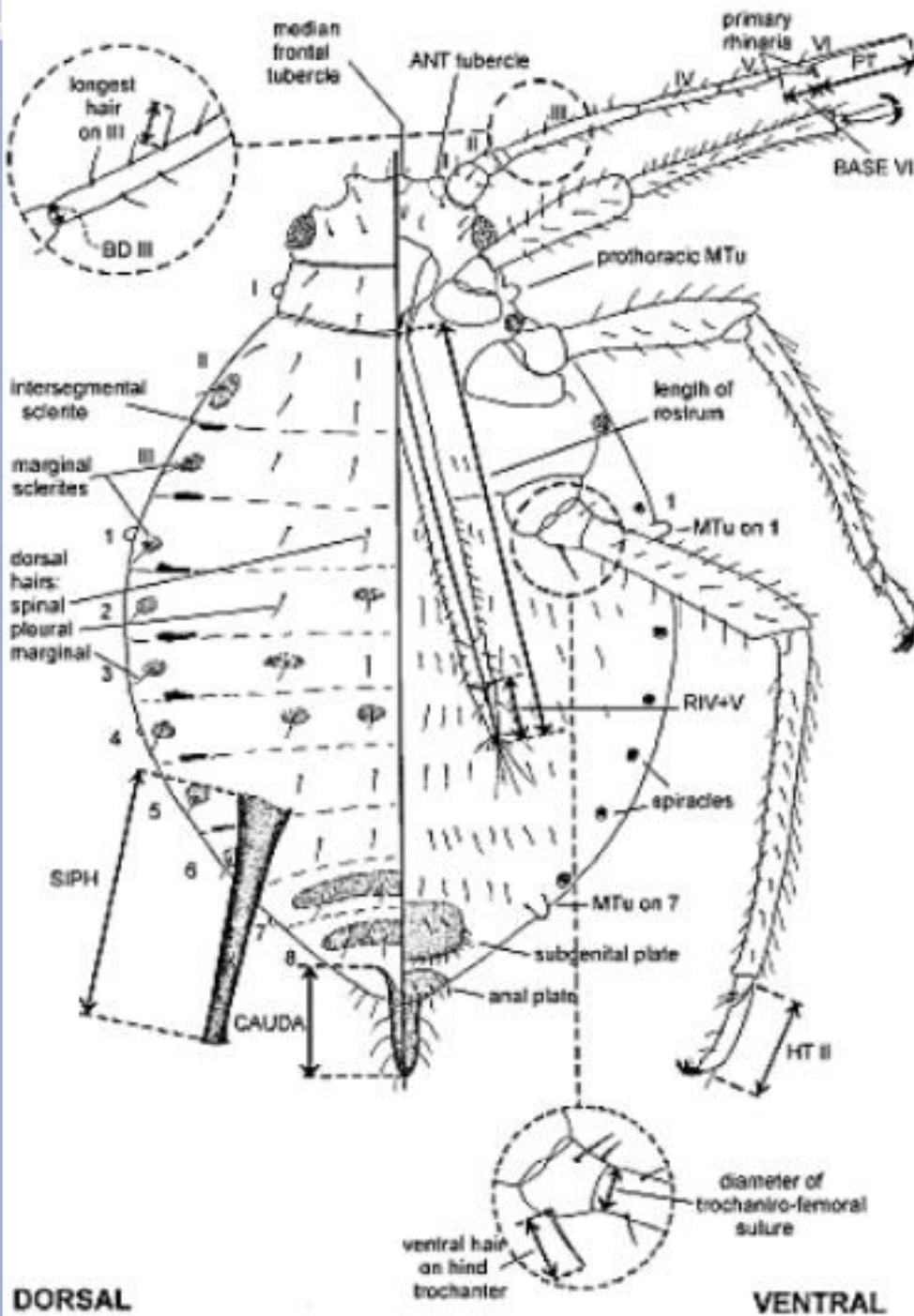
II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi Genus *Pentalonia*

Genus *Pentalonia* Coquerel digolongkan ke dalam Ordo Hemiptera, Subordo Sternorrhyncha, Famili Aphididae, SubFamili Aphidinae (Borror dan Delong 1996). Genus ini mencakup lima spesies, yaitu *P. kalimpongensis*, *P. nigronervosa*, (kutudaun pisang), *P. caladii* (kutudaun keladi), dan *P. gavarri* dilaporkan tersebar di Filipina dan Malaysia. *P. kalimpongensis* ditemukan pada tanaman Zingiberaceae di India, dan kutudaun pisang dan keladi ditemukan di wilayah tropis dan subtropis (Blackman dan Eastop 2000; Miller *et al.* 2014). Kutudaun pisang dan keladi diketahui berreproduksi secara partenogenesis. Laporan dari Blackman dan Eastop (2000), kutudaun pisang ditemukan pada tanaman kunyit (*Curcuma domestica*) di Benggala Barat (India) berreproduksi secara bertelur (*ovipar*). Menurut Van *et al.* (2000) kutudaun keladi dari *Caladium* sp. berasal dari pulau Jawa. Secara ekologis, pada awalnya kutudaun keladi merupakan sinonim dari kutudaun pisang (Foottit *et al.* 2010).

Foottit *et al.* (2010), menyatakan bahwa kutudaun pisang dan keladi dapat dibedakan berdasarkan perbedaan morfometrik, molekuler, dan morfologis. Meskipun terdapat beberapa karakter berbeda antara kutudaun pisang dengan keladi, kedua kutudaun ini juga memiliki kesamaan yaitu, antena lebih panjang dari tubuh, memiliki warna tubuh bervariasi dari coklat kemerahan hingga gelap, femur dan sifunkuli berwarna cokelat terang, bentuk bersayap (*alate*) memiliki venasi sayap yang menyatu di bawah *pterostigma* (Blackman dan Eastop 2000).

Secara umum kutudaun memiliki tubuh yang lunak dengan panjang tubuh sekitar 1,5-3,5 mm tergantung spesiesnya. Kutudaun memiliki antena yang terdiri atas 6 ruas dan pada bagian ujung terdapat terminal proses, rostrum 4-5 ruas, tarsi 2 ruas, dan abdomen 8 ruas. Bagian abdomen, kepala, antena, rostrum, kauda, dan tungkai biasanya mempunyai rambu-rambut halus (Gambar 1) (Blackman dan Eastop 2000). Berdasarkan karakter morfometrik kutudaun pisang dan keladi memiliki variasi ukuran pada bagian tubuh. Fase dewasa kutudaun tersebut seperti kutudaun pada umumnya ada yang bersayap (*alate*) dan tidak bersayap (*aptera*). Kutudaun pisang memiliki panjang tubuh berkisar antara 1,21 mm sampai 1,94 mm, panjang ruas rostrum terakhir berkisar antara 0,14 mm hingga 0,17 mm, lebar kepala berkisar antara 0,40 mm hingga 0,50 mm, panjang tibia belakang berkisar antara 0,74 mm hingga 1,19 mm, panjang sifunkuli berkisar antara 0,26 mm hingga 0,38 mm, dan panjang kauda berkisar antara 0,07 mm hingga 0,13 mm. Kutudaun keladi memiliki panjang tubuh berkisar antara 1,01 mm hingga 1,67 mm, panjang ruas rostrum akhir berkisar antara 0,11 mm hingga 0,13 mm, lebar kepala berkisar antara 0,33 mm hingga 0,46 mm, panjang tibia belakangnya berkisar antara 0,60 mm hingga 1,060 mm, panjang sifunkuli berkisar antara 0,22 mm hingga 0,38 mm, dan panjang kauda berkisar antara 0,07 mm hingga 0,12 mm. Karakter yang membedakan antara kutudaun pisang dengan keladi adalah panjang ruas rostrum terakhir kutudaun keladi lebih pendek daripada kutudaun pisang (Foottit *et al.* 2010).



Gambar 1 Karakter identifikasi kutudaun pada bagian dorsal dan ventral (Blackman dan Eastop 2000)

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

2.2 Biologi dan Ekologi Kutudaun Pisang dan Keladi

Reproduksi kutudaun di Indonesia (daerah tropis) terjadi dengan cara aseksual yaitu partenogenesis dan vivipar. Nimfa yang baru lahir dapat berkembang cepat menjadi imago dan siap melahirkan nimfa baru. Bentuk dewasa dari kutudaun pisang dan keladi ada yang bersayap dan tidak bersayap. Kutudaun bersayap dihasilkan apabila terdapat jumlah yang padat pada saat populasi memuncak. Kutudaun pisang dan keladi menunjukkan perbedaan dalam reproduksi tergantung pada tanaman inang keduanya (Bhadra dan Agarwala 2010). Kutudaun pisang yang dipelihara pada anakan pisang dapat menghasilkan nimfa dalam 8-11 hari, dengan umur dewasa 11-12 hari dan rata-rata 22 keturunan per betina (Greenwell 2012). Menurut Rajan (1981), dalam kondisi uji laboratorium, kutudaun pisang pada tanaman jahe merah menunjukkan siklus hidup 10-15 hari, melalui empat instar nimfa, dengan umur imago 8-26 hari, dan menghasilkan rata-rata sekitar 14 individu per imago.

Terdapat perbedaan antara kutudaun pisang dan keladi dalam tingkat pertumbuhan dan populasi pada setiap tanaman inangnya. Kutudaun keladi yang diinvestasikan pada tanaman talas menunjukkan pertumbuhan rata-rata 2,73 kutudaun per hari. Namun kutudaun pisang yang diinvestasikan pada tanaman pisang menunjukkan pertumbuhan rata-rata 0,87 kutudaun per hari. Populasi rata-rata kutudaun keladi pada tanaman talas adalah 341,89 kutudaun per tanaman, sedangkan populasi rata-rata kutudaun pisang pada tanaman pisang adalah 80,1 kutudaun per tanaman (Bhadra dan Agarwala 2010).

Faktor abiotik, salah satunya, suhu memengaruhi perkembangan, umur, dan keperidian kutudaun pisang. Menurut McCornack *et al.* (2004); Robson *et al.* (2007), pertumbuhan populasi kutudaun cenderung tinggi pada suhu 25°C. Siklus hidup kutudaun pisang pada suhu 20°C adalah $24,7 \pm 1,4$ hari, pada suhu 25°C mencapai $23,1 \pm 1$ hari dan pada suhu 30°C menjadi lebih pendek, yaitu $11,2 \pm 0,7$ hari. Rata-rata keturunan yang dihasilkan oleh kutudaun pisang yang diinvestasikan tanaman pisang adalah $20,78 \pm 0,64$ individu (Greenwell 2012).

Keberadaan semut selalu ditemukan pada koloni kutudaun. Semut memiliki hubungan simbiosis mutualisme dengan kutudaun. Semut memperoleh embun madu yang diproduksi oleh kutudaun. Semut dapat membawa kutudaun dari satu tanaman ke tanaman lainnya dan juga dapat melindungi kutudaun dari musuh alami (Biale *et al.* 2017). Selain semut, *Wolbachia* juga menjadi bakteri yang berasosiasi dengan kutudaun keladi. Hal tersebut diutarakan oleh Jones *et al.* (2011), koloni kutudaun keladi dilaporkan mengandung bakteri simbiosis *Wolbachia*. Koloni kutudaun pisang dan keladi pada tanaman pisang ditemukan berada di bawah pelepah dan daun muda. Menurut Tjallingii (1978), jaringan floem sebagai tempat yang mengandung nutrisi tanaman terdapat di bagian daun. Diduga kutudaun pisang dan keladi berada di daun untuk mendapatkan nutrisi. Selain itu keberadaan koloni kutudaun pisang dan keladi di bawah pelepah dan daun muda akan mempersulit musuh alami (predator dan parasitoid) untuk menemukan kutudaun tersebut (Stary dan Stechmann 1990).

2.3 Tanaman Inang Kutudaun Pisang dan Keladi

Kutudaun pisang pada umumnya ditemukan pada Famili Musaceae, sedangkan kutudaun keladi terdapat pada Famili Araceae (Mille *et al.* 2020). Kutudaun pisang dapat berkoloni pada beberapa famili tanaman inang alternatif, di



antarnya Araceae (*Alocasia macrorrhiza*, *Arum maculatum*, *Taro bicolor*, *Colocasia esculenta*, *Dieffenbachia* sp.), Zingiberaceae (*Costus* sp., *Aframomum angustifolium*, *Alpinia* spp., *Etilingera* sp., *Zingiber* sp., *Roscoea* sp.), Marantaceae (*Calathea crotalifera*), Asteraceae (*Chromolaena odorata*), Solanaceae (*Nicotiana tabacum*), Cactaceae (*Opuntia inermis*), Commelinaceae (*Palisota* spp.), Orchidaceae (*Paphiopedilum* spp.), Strelitziaceae (*Ravenala madagascariensis*), Heliconiaceae (*Heliconia* sp.) (Blackman dan Eastop 2000; Nordam 2004; Footitt *et al.* 2010; Miller *et al.* 2014; dan Suparman *et al.* 2017). Menurut Nordam (2004), kutudaun keladi dapat ditemukan selain pada Famili Araceae, juga terdapat pada Famili Zingiberaceae (*Hedychium* sp., *Zingiber* sp., dan *Costus* sp.). Hal ini menunjukkan bahwa kutudaun pisang dan keladi termasuk serangga polifag, dapat hidup pada berbagai tanaman yang berbeda (Gambar 2). Namun kedua spesies kutudaun pisang dan keladi akan menunjukkan perbedaan fekunditas jika berbeda dengan tanaman inang aslinya (Bhadra dan Agarwala 2010).



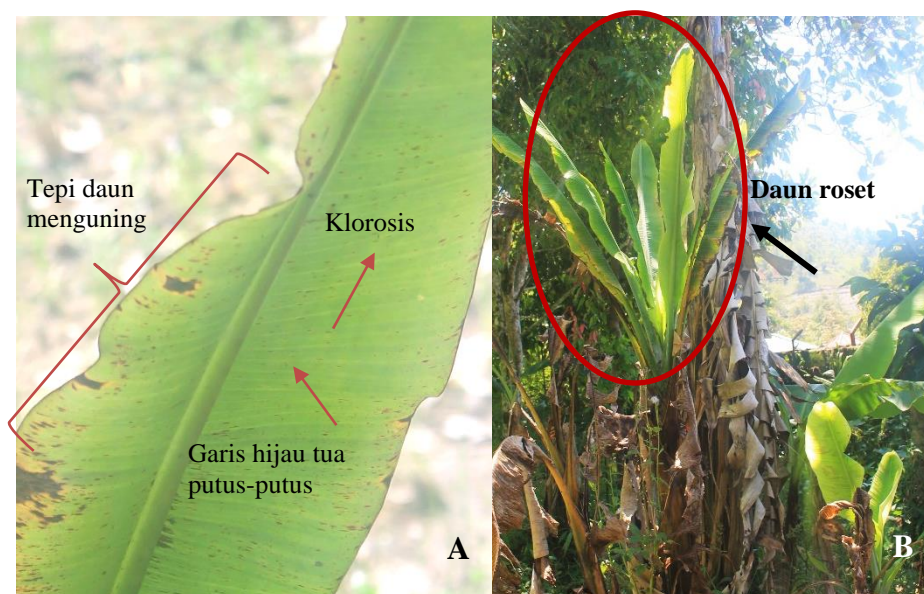
Gambar 2 Koloni dua spesies kutudaun: (a) Kutudaun pisang (*P. nigronervosa*) pada tanaman pisang; (b) Kutudaun keladi (*P. caladii*) pada tanaman talas (Bagariang 2018)

2.4 Gejala Serangan BBTV

Kutudaun pisang dan keladi memiliki alat mulut penusuk-penghisap. Serangga tersebut mendapatkan nutrisi makanan dengan menusukkan stilet ke dalam jaringan tanaman. Serangan kutudaun ini dapat mengakibatkan kerusakan langsung maupun tidak langsung pada tanaman. Kerusakan langsung akan berdampak pada terhambatnya pertumbuhan tanaman, produksi buah yang tidak dapat dipasarkan. Kerusakan tidak langsung berkaitan dengan kemampuannya sebagai vektor virus pada berbagai tanaman di antaranya pada tanaman pisang (Greenwell 2012). Virus yang mengancam pertanaman pisang di seluruh dunia adalah virus kerdil pisang. BBTV merupakan penyebab penyakit kerdil pisang sangat berdampak terhadap penurunan produksi pisang. BBTV tersebar di belahan dunia di antaranya Australia, Asia, dan Afrika.

Serangga vektor penyakit kerdil pisang adalah kutudaun pisang. Tercatat akibat serangan BBTV pertama terjadi di Kepulauan Fiji, berakibat penurunan produksi pisang kultivar Cavendish dari 780,000 tandan di tahun 1892 menjadi 114,000 tandan di tahun 1895 (Magee 1953). Pada tahun 1920, pertanaman pisang di Australia rusak hingga 90% (Fish 1970). Kutudaun pisang menularkan virus kerdil pisang secara persisten. Virus tersirkulasi di dalam tubuh kutudaun tersebut tetapi tidak mengalami replikasi di dalam tubuh vektornya dan juga tidak ada penularan transovarial (Hafner *et al.* 1995). Virus diperoleh dan ditransmisikan dalam proses akuisisi dan proses inokulasi selama 4 jam 15 menit. Kutudaun pisang yang terdapat BBTV di dalam tubuhnya, virus terdeteksi di dalam saluran pencernaan (*anterior midgut*) dan di kelenjar ludah kutudaun pisang (Watanabe *et al.* 2013). BBTV bertahan dalam vektor sekalipun setelah pergantian kulit (*molting*) (Hu *et al.* 1993; Anhalt *et al.* 2008).

Menurut Wu dan Su 1990 (1990), gejala awal penyakit kerdil pisang biasanya yang disebabkan oleh kutudaun pisang akan muncul kurang lebih satu bulan setelah infeksi. Tanaman yang terinfeksi virus kerdil pisang pada saat muda tidak dapat menghasilkan buah, sedangkan tanaman pisang yang terinfeksi menjelang fase reproduktif tetap menghasilkan namun buah yang dihasilkan tidak normal. Pada pangkal daun kedua atau ketiga dan punggung batang daun apabila dilihat permukaan bawahnya akan tampak adanya garis-garis hijau tua sempit yang terputus-putus. Selanjutnya daun muda lebih tegak, pendek, sempit dengan batang yang lebih pendek dari biasanya, menguning sepanjang tepinya, dan mengering. Daun menjadi rapuh dan mudah patah. Tanaman terhambat pertumbuhannya dan daun-daun membentuk roset pada ujung batang palsu. Hasil survey penyakit kerdil pisang yang dilakukan di Sumatera Barat, terdapat pisang kultivar masak semalam terkena serangan BBTV (Gambar 3).



Gambar 3 Gejala serangan BBTV: (a) Pada daun terdapat garis hijau tua sempit terputus-putus, klorosis, dan tepi daun menguning; (b) Daun berbentuk roset

2.5 Genom Pisang

Pisang (*Musa* spp.) merupakan tanaman hortikultura berbentuk herba berasal dari kawasan Asia Tenggara (termasuk Indonesia). Sekian banyak Famili dan genus pada pisang, Famili yang dibudidayakan adalah Famili Musaceae dan genus *Musa*. Pisang yang tergolong dalam genus *Musa* terdapat dua spesies utama yaitu: *Musa acuminata* dan *M. balbisiana*. Kedua spesies ini dapat dibedakan menjadi 15 sifat, khususnya untuk jenis pisang yang dapat dimakan (golongan *eumusa*). Kedua spesies yang dikenal tersebut dibedakan dalam dua golongan varietas, yaitu yang dikenal sebagai buah meja (*M. paradisiaca sapientium* L Kuntze) dan spesies yang dikenal sebagai buah pisang olahan / plantain (*M. paradisiaca normalis*). *M. acuminata* berasal dari Asia Tenggara, sedangkan *M. balbisiana* berevolusi di Asia Tenggara Utara, dan Asia Selatan (Ploetz *et al.* 2007).

Menurut Megia (2005), ketersediaan berbagai level ploidi pada genom yang sama dalam plasma nutfah pisang sangat memberikan kesempatan untuk mengeksplorasi peran poliploidi pada fungsi-fungsi metabolik dasar dan produktivitas. Persilangan *M. acuminata* dan *M. balbisiana* melahirkan hibrid AB, sedang triploid terjadi akibat restirasi genom setelah penyerbukan serbuk sari pada bakal biji yang tidak membelah dengan sempurna set kromosomnya. Sehingga *M. acuminata* atau melibatkan *M. balbisiana* dapat menurunkan genom AAA atau ABB. Terdapat golongan pisang yang dapat dimakan umumnya mempunyai jumlah kromosom dengan $n=11$. Ada tanaman pisang yang memiliki jumlah kromosom 22 (pisang diploid), jumlah kromosom 33 (pisang triploid), dan jumlah kromosom 44 (pisang tetraploid). Berdasarkan sifat *M. acuminata*, *M. balbisiana*, dan jumlah kromosomnya, golongan pisang yang dapat dimakan digolongkan menjadi beberapa genom diantaranya: genom A (mempunyai sifat *acuminata* yang dibedakan AA: *acuminata* diploid; AAA: *acuminata* triploid; AAAA: *acuminata* tetraploid). dan genom B (mempunyai sifat *balbisiana*, yang dibedakan antara BB, *balbisiana* diploid; BBB *balbisiana* triploid; dan BBBB, *balbisiana* tetraploid) dan terdapat tetraploid langka (AAAA, AAAB). Pisang di Indonesia di klasifikasikan dalam genom AA (pisang kultivar mas), genom AAA (pisang kultivar ambon, ambon lumut, Cavendish, barangan, badak, soono, sereh/belitung, dan santen), genom AAB (pisang kultivar raja, tanduk, seribu, bewaja, dan sewu), dan genom ABB (pisang kultivar batu, kepok, siem, subo, awak, dan ebung) (Cahyono 2016).

Sebagian besar aksesori pisang di Indonesia menjadi prioritas konservasi karena memiliki keragaman genetik tinggi dan jarak genetik yang jauh. Sehingga ratusan varietas dapat dijumpai dan produksi dari tanaman ini dan mempunyai nilai ekonomis tinggi. Aksesori pisang dengan keragaman genetik identik dan membentuk satu holotipe yaitu pisang liar meliputi spesies *E. Glaucum*, *M. textilis*, *M. balbisiana*, dan *M. acuminata* berpotensi sebagai tetua dalam program pemuliaan untuk disilangkan dengan pisang kultivar yang diinginkan. Di antara pisang kultivar, pisang santen (AAA) dan ebung (ABB) memiliki jarak genetik terjauh dan berpotensi untuk disilangkan dalam program pemuliaan pisang (Hapsari 2015).

2.6 Pengendalian BBTV

Penyakit pisang kerdil disebabkan oleh BBTV. Penularan BBTV dapat terjadi pada bibit atau melalui serangga vektor kutudaun pisang (Nurhayati 2003). Virus ini juga menjadi salah satu penyebab menurunnya produksi pisang selain karena faktor abiotik yang tidak mendukung untuk pertumbuhan pisang. Keberadaan

BBTV sudah tersebar di beberapa negara seperti Asia, Australia, Afrika, dan termasuk Indonesia. Sampai saat ini belum terdapat varietas pisang yang sepenuhnya tahan akan serangan BBTB. Namun, menurut Ngatat *et al.* (2017), terdapat beberapa pisang yang memiliki genom B lebih toleran dibandingkan dengan pisang genom A. Hal ini juga didukung dari hasil penelitian Suparman *et al.* (2011), yang menunjukkan bahwa kutudaun pisang lebih menyukai pisang kultivar kepok (genom ABB) dibandingkan dengan varietas pisang lainnya.

Pengendalian BBTB dapat dilakukan dengan meningkatkan sanitasi disaat pembibitan dan pemeliharaan yang bebas kontaminasi dari virus tersebut. Tanaman yang sudah terinfeksi BBTB dilakukan pembuangan segera mungkin, selanjutnya pencegahan adanya serangga vektor BBTB yaitu kutudaun pisang (Greenwell 2012). Tanaman pisang yang telah terinfeksi, infektivitasnya dapat bertahan sampai 6 minggu lamanya, dan penyebaran virus akan semakin cepat apabila terdapat serangga vektor dari virus tersebut (Hooks *et al.* 2008). Sehingga pembuangan dilakukan segera mungkin terhadap tanaman terinfeksi BBTB akan mengurangi adanya penyebaran virus tersebut ke tanaman yang sehat. Populasi kutudaun pisang dapat dikendalikan sebelum adanya kerusakan di atas ambang ekonomi dengan pengendalian hayati memanfaatkan peran dari musuh alami (parasitoid dan predator). Salah satu parasitoid yang menjadi musuh alami dalam pengendalian kutudaun pisang adalah *Ephedrus cerasicola* (Hymenoptera: Aphidiidae). *E. Cerasicola* telah terbukti sebagai agen hayati dalam pengendalian kutudaun pisang di Tonga, Kepulauan Pasifik (Stary dan Stechmann 1990).

Pengendalian dengan menggunakan pestisida, dapat digunakan ketika keberadaan populasi hama sudah di atas ambang kerusakan dan secara meluas. Tetapi, setelah pemakaian pestisida tersebut akan timbul dampak seperti adanya outbreak hama karena hama yang terkena pestisida akan menjadi resisten, akan ada pengeluaran biaya dalam pembelian pestisida yang tidak sedikit, membunuh serangga non-target (serangga predator dan parasitoid), dan akan ada efek residu pada kesehatan dan lingkungan. Akibat dari pemakaian pestisida di Malaysia terjadi wabah meningkatnya populasi Lepidoptera sebagai hama pisang dikarenakan berkurangnya keberadaan musuh alami (Okolle *et al.* 2006). Begitu juga hasil penelitian dari Pillay *et al.* (2002), kelimpahan dan keragaman spesies parasitoid dari ordo Hymenoptera di Costa Rica menurun setelah pemakaian insektisida.

2.7 Teknik EPG

Interaksi tanaman dengan kutudaun terdapat dalam seleksi tanaman inang. Kutudaun akan melibatkan kemoresepsi (rasa) yang terdapat pada jaringan tanaman selama penetrasi stilet berlangsung dalam seleksi pemilihan tanaman inang (Klingauf 1987). Penetrasi stilet yang dilakukan oleh kutudaun akan mendapat respons adanya penerimaan atau penolakan pada tanaman tersebut. Lapisan jaringan epidermis dan *sieve element* (SE) menjadi tempat yang akan dilakukan kutudaun dalam penetrasi stilet (Montllor dan Tjallingii 1989; Prado dan Tjallingii 1997).

Pada serangga penghisap cairan tanaman menimbulkan resiko biosekuriti yang signifikan yang dapat menyebabkan kerusakan langsung dan menjadi vektor patogen tanaman serius. Mandibula dan maksila pada serangga penusuk-penghisap termodifikasi sebagai stilet seperti bentuk jarum. Bagian stilet tersebut terdiri atas dua saluran, satu untuk mengeluarkan saliva dan yang lainnya untuk menghisap



cairan dari jaringan tanaman (Sandanayaka *et al.* 2017). Kutudaun pisang telah dilaporkan menjadi serangga vektor BBTV dapat menyebabkan penyakit kerdil pisang. Penyakit tersebut sangat berdampak pada pengurangan produksi pisang. Tetapi dengan menyediakan tanaman inang alternatif bagi kutudaun pisang tersebut akan mencegah adanya dampak yang akan terjadi dalam serangan merugikan produksi pisang. Oleh karena itu, memanfaatkan teknik yang efisien untuk mengevaluasi resistensi tanaman terhadap kutudaun pisang dan keladi menggunakan EPG.

Untuk mempelajari perilaku makan serangga yang mempunyai tipe mulut menusuk-menghisap. Awalnya Mclean dan Kinsey (1964), menemukan alat '*electronic monitoring system*' modulasi amplitudo (AM) dengan gelombang pembawa arus (AC), resistor input (10^6 Ohm [V] atau satu megaohm) (R_i). Sistem tersebut dapat merekam gelombang yang terkait dengan penetrasi stilet dan konsumsi cairan di dalam jaringan tanaman seperti epidermis, parenkim, dan floem mendeteksi resistensi. Kemudian Tjallingii (1978), memodifikasi sistem tersebut menjadi '*electrical penetration graph*' memberikan peningkatan dalam memberikan informasi yang relevan secara biologis selama penetrasi tanaman berlangsung dengan menggunakan tegangan arus searah (DC) dan resistor input lebih sensitif dari sebelumnya (10^9 V atau satu gigaohm), sistemnya memberikan kemampuan tambahan untuk mendeteksi biopotensial yang disebut komponen EMF (gaya gerak listrik).

Selama penetrasi, kutudaun yang melekat pada benang emas akan menghasilkan sinyal listrik secara kompleks disebut sinyal deteksi. Sinyal tersebut terdiri dari pola yang berbeda yang dapat menggambarkan perilaku makan pada kutudaun. Sirkuit DC EPG kemudian secara sederhana disebut EPG (Walker, 2000). Dasar Prinsip rekaman EPG adalah integrasi tanaman dan serangga dalam sirkuit elektronik. Ketika kutudaun memasukkan stiletnya, bentuk gelombang EPG akan direkam dan divisualisasikan. Hasilnya berbentuk gelombang, yaitu fluktuasi tegangan, disebabkan oleh hambatan listrik dan perubahan gaya gerak listrik selama berbagai kegiatan dan keberadaan stilet kutudaun.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

III PREFERENSI DAN KESESUAIAN INANG KUTUDAUN PISANG *Pentalonia nigronervosa* Coquerel DAN KUTUDAUN KELADI *P. caladii* van der Goot (Hemiptera: Aphididae) PADA BERBAGAI TANAMAN INANG

3.1 Pendahuluan

Genus *Pentalonia* Coquerel digolongkan ke dalam ordo Hemiptera, subordo Stenorrhyncha, Famili Aphididae, subFamili Aphidinae (Borror *et al.* 1996). Kutudaun pisang dan keladi merupakan serangga vektor dapat menularkan dan menyebarkan secara persisten BBTV, penyebab penyakit kerdil pisang (Watanabe *et al.* 2013; Pinili *et al.* 2013). Penyakit ini menjadi masalah penting secara ekonomis, berdampak dalam pengurangan produksi pisang (Wu dan Su 1990; Greenwell 2012). Dampak dari BBTV, salah satunya seperti pada tahun 2015, produksi pisang di Indonesia mengalami penurunan sebesar 18,20% dari 23,29% di tahun 2010 (KEMENTAN 2016). Selain dapat menyebarkan dan menularkan BBTV. Kutudaun keladi telah dilaporkan juga dapat menyebarkan dan menularkan *Cardamom mosaic virus* (Venugopal *et al.* 1999; Siljo *et al.* 2013; Bhat *et al.* 2020).

Kutudaun pisang dan keladi, keduanya merupakan spesies kriptik dan polifag. Karakter pembeda kutudaun pisang dan keladi adalah panjang ruas rostrum akhir. Kutudaun pisang memiliki panjang ruas rostrum akhir berkisar antara 0,14 mm hingga 0,17 mm. Kutudaun keladi memiliki panjang ruas rostrum akhir berkisar antara 0,11 mm hingga 0,13 mm (Footitt *et al.* 2010). Menurut Maharani (2018), kutudaun pisang ditemukan pada Famili Musaceae. Namun, terdapat laporan terkait tanaman inang alternatif kutudaun pisang diantaranya adalah tanaman dari Famili Araceae (tanaman talas, *Colocasia* sp.; sri rejeki, *Dieffenbachia* sp.), Famili Zingiberaceae (tanaman jahe, *Zingiber* sp.; kapulaga, *Elettaria* sp.; dan lengkuas, *Alpinia* sp.), dan *Heliconia* sp. (Blackman dan Eastop 2000). Sebaliknya kutudaun keladi pada umumnya ditemukan menyerang tanaman talas (*Colocasia esculenta*), kunyit (*Curcuma longa*), pancing (*Costus* sp.), sri rejeki (*Dieffenbachia* sp.), *Heliconia* sp., dan kadang kala ditemukan pada tanaman pisang (Bagariang 2018).

Pada survei pendahuluan penyakit kerdil pisang yang dilakukan pada bulan Mei 2019 di beberapa wilayah Sumatera Barat. Hasil survei ditemukan tanaman pisang dengan gejala terinfeksi BBTV namun, tidak ditemukan adanya populasi kutudaun pisang. Sebaliknya terdapat tanaman pisang yang terinfestasi kutudaun pisang tetapi secara morfologi tidak menunjukkan gejala terserang penyakit kerdil pisang. Menurut Suparman *et al.* (2017), kesesuaian inang dipengaruhi oleh genotip pisang. Hal tersebut menjadi tujuan untuk melakukan uji preferensi dan kesesuaian inang kutudaun pisang dan keladi pada berbagai tanaman inang. Informasi mengenai preferensi dan kesesuaian inang kutudaun pisang dan keladi sangat diperlukan sebagai informasi dasar mengenai potensi tanaman inang alternatif pada kutudaun pisang dan keladi.

3.2 Metode

3.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2019 sampai Januari 2020. Pengambilan serangga dilakukan pada tanaman pisang dan talas di Cikabayan,

Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Tanaman inang (pisang berasal dari kultur jaringan, selebihnya menggunakan bibit). Pembuatan preparat mikroskop kutudaun dan identifikasi morfometrik dilakukan di Laboratorium Biosistemika Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Pengujian preferensi dan kesesuaian inang serta pemeliharaan kutudaun dilakukan di rumah kaca Kebun Percobaan Cikabayan, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

3.2.2 Persiapan Tanaman Inang

Tanaman inang dalam penelitian ini menggunakan sepuluh jenis tanaman inang dengan empat tanaman (Tabel 1). Tanaman yang digunakan sebagai inang setelah tanaman berumur 2 bulan setelah tanam. Anakan/bibit tanaman inang diaklimatisasi terlebih dahulu selama satu bulan, kemudian ditanam di dalam polibag berukuran 30 cm x 30 cm dengan menggunakan media tanam berupa tanah, sekam bakar, dan pupuk kandang 1:1:1 (Lampiran 1). Tanaman dimasukkan ke dalam kurungan kasa agar tidak terinfestasi oleh kutudaun dan diletakkan di tempat dengan paparan sinar matahari yang cukup. Penyiraman dilakukan tiga hari sekali.

Tabel 1 Tanaman inang yang digunakan pada uji preferensi dan kesesuaian inang

Famili	Tanaman inang	
	Nama umum	Nama ilmiah
Musaceae	Pisang cv. Cavendish (AA)	<i>Musa acuminata</i>
	Pisang cv. kepok (ABB)	<i>M. balbisiana</i>
	Pisang cv. mas (AA)	<i>M. acuminata</i>
	Pisang cv. raja (AAB)	<i>M. textilia</i>
Heliconiaceae	Heliconia	<i>Heliconia</i> sp.
Zingiberaceae	Jahe merah	<i>Zingiber</i> sp.
	Lengkuas	<i>Alpinia galanga</i>
	Pacing	<i>Costus</i> sp.
Araceae	Sri rezeki	<i>Dieffenbachia</i> sp.
	Talas	<i>Colocasia esculenta</i>

3.2.3 Pengambilan Kutudaun

Pengambilan kutudaun pada lahan tanaman pisang dan talas di Cikabayan, Kabupaten Bogor. Kutudaun pada tanaman pisang maupun tanaman talas terdapat pada bagian dalam pelepah daun. Pelepah daun tanaman inang yang terdapat kutudaun dipotong dan dimasukkan ke dalam tabung mika berukuran d=7 cm, t=20 cm dengan diberi label lokasi dan tanggal.

3.2.4 Identifikasi Morfometrik Kutudaun

Pembuatan preparat mikroskop kutudaun dilakukan sebelum identifikasi untuk memastikan bahwa kutudaun yang diperoleh dari lapangan adalah spesies kutudaun pisang dan kutudaun keladi. Preparat mikroskop kutudaun dibuat dengan metode preparat permanen agar dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama dengan mengacu langkah pembuatan preparat mikroskop dari Watson

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

(2007). Spesimen yang digunakan dalam pembuatan preparat mikroskop kutudaun adalah imago.

Identifikasi kutudaun dilakukan berdasarkan pengamatan terhadap karakter morfologi dengan bantuan kunci identifikasi (Blackman dan Eastop 2000). Karakter umum yang menjadi ciri dalam identifikasi adalah bentuk antena, abdomen, dan sifunkuli. Karakter morfometrik dilakukan dengan menggunakan mikroskop Leica M 205C dan perangkat lunak aplikasi Leica versi 4.4.0.

3.2.5 Perbanyak Serangga

Imago kutudaun pisang dan keladi yang telah teridentifikasi lalu, dilakukan perbanyak. Kutudaun pisang diperbanyak pada tanaman pisang, sedangkan kutudaun keladi diperbanyak pada tanaman talas (Lampiran 2). Masing-masing tanaman inang dimasukkan ke dalam kurungan kasa dan diletakkan di tempat dengan paparan sinar matahari yang cukup di rumah kaca. Kutudaun pisang dan keladi dipelihara hingga jumlahnya mencukupi untuk kebutuhan percobaan.

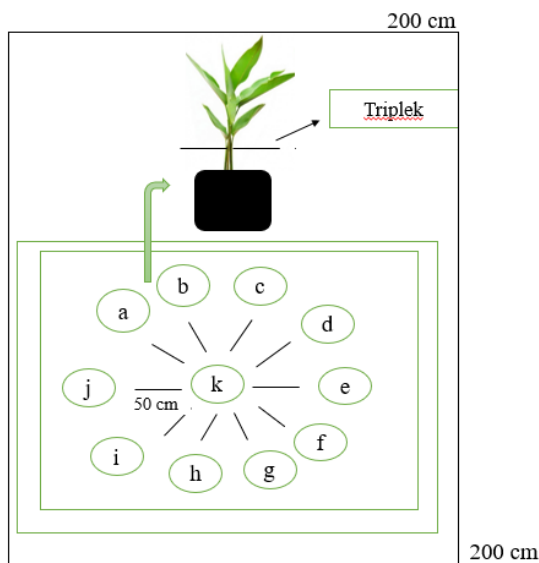
3.2.6 Pengujian Preferensi Inang dengan Pilihan Inang Bebas (*free-choice test*)

Pengujian preferensi inang dirancang menggunakan rancangan acak lengkap dengan berbagai tanaman inang sebagai perlakuan dan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Percobaan dilakukan di dalam kurungan kasa dengan kerangka kawat yang berukuran 200 cm x 200 cm x 150 cm (Lampiran 3 dan 4). Sepuluh tanaman inang di dalam polibag dimasukkan ke dalam kurungan kasa. Tata letak tanaman inang di dalam kurungan diatur acak secara melingkar dengan tanaman sri rejeki di bagian tengah dikelilingi sepuluh tanaman uji (Gambar 4). Jarak antara tanaman adalah 50 cm. Satu lembar triplek tipis berukuran 190 cm x 190 cm dengan sepuluh lubang berdiameter 30 cm diletakkan di atas polibag tanaman inang. Letak lubang pada tripleks disesuaikan dengan tata letak tanaman inang dalam percobaan. Masing-masing enam puluh individu imago kutudaun pisang atau kutudaun keladi diinfestasikan ke tanaman sri rejeki. Kutudaun dibiarkan menyebar secara aktif ke setiap perlakuan tanaman inang di dalam kurungan. Percobaan dilakukan selama empat minggu, dengan interval pengamatan tiga hari sekali. Parameter yang diamati adalah jumlah populasi kutudaun yang terdiri atas tidak bersayap (*aptera*) dan bersayap (*alate*).

3.2.7 Pengujian Kesesuaian Inang tanpa Pilihan Inang (*no-choice test*)

Pengujian kesesuaian inang dirancang dengan rancangan acak lengkap dengan sepuluh tanaman sebagai perlakuan dan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Tanaman inang dalam polibag masing-masing disungkup dengan kurungan mika berkasa berukuran d=35 cm, t=55 cm (Gambar 5). Masing-masing 20 individu imago kutudaun pisang atau kutudaun keladi diinvestasikan ke setiap tanaman uji menggunakan kuas halus (Suparman *et al.* 2011). Percobaan dilakukan selama satu bulan, dengan interval pengamatan satu hari sekali. Parameter yang diamati adalah jumlah kutudaun tidak bersayap (*aptera*) dalam bentuk imago dan nimfa), bersayap (*alate*), serta mortalitas kutudaun. Untuk mempermudah pengamatan mortalitas kutudaun, diletakkan kertas putih dipermukaan tanah dalam polibag (Lampiran 5 dan 6).

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



Gambar 4 Tata letak uji preferensi inang: (a) Pisang kultivar Cavendish; (b) tanaman heliconia, (c) Tanaman jahe merah, (d) Tanaman lengkuas, (e) Pisang kultivar kepok, (f) Pisang kultivar mas, (g) Pisang kultivar raja, (h) Tanaman pacing, (i) Tanaman sri rejeki, (j) Tanaman talas, (k) Tanaman sri rejeki diinvestasi dengan 60 individu imago kutudaun pisang atau keladi



Gambar 5 Tanaman inang yang diberi sungkup mika berkasa

3.2.8 Analisis Data

Data percobaan preferensi dan kesesuaian inang kutudaun pisang dan kutudaun keladi pada berbagai tanaman inang dianalisis secara statistika dengan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji t dan Tukey pada taraf 95% menggunakan software Minitab 17.

3.3 Hasil dan Pembahasan

3.3.1 Identifikasi Morfologi Kutudaun Pisang dan Keladi

Terdapat dua spesies kutudaun teridentifikasi yaitu kutudaun pisang dan kutudaun keladi. Berdasarkan hasil identifikasi morfologi 52 individu imago kutudaun pisang dan kutudaun keladi ditemukan pada tanaman pisang dan talas. Analisis sidik ragam (ANOVA) dan uji t menunjukkan bahwa beberapa karakter morfometrik yang berbeda signifikan antara kutudaun pisang dan kutudaun keladi. Hal tersebut didukung pernyataan para peneliti sebelumnya seperti Footit *et al.* (2010); Bhadra dan Agarwala (2010, 2012); dan Galambao (2011), kutudaun pisang dan keladi terdapat dua bentuk taksonomi yang berbeda dari tanaman inang yang berbeda pula termasuk Famili Musaceae, Araceae, dan Zingiberaceae berdasarkan perbedaan morfologi dan molekuler. Morfometrik kutudaun pisang dan kutudaun keladi memiliki berbeda nyata signifikan. Kutudaun pisang memiliki ukuran tubuh 1,32 mm lebih panjang dibandingkan dengan kutudaun keladi yang hanya memiliki rata-rata panjang badan 1,17 mm (Tabel 2). Namun karakteristik kedua spesies kutudaun pisang dan keladi memiliki persamaan (Lampiran 7). Dengan begitu kutudaun pisang dan kutudaun keladi termasuk spesies kriptik (Bagariang 2018).

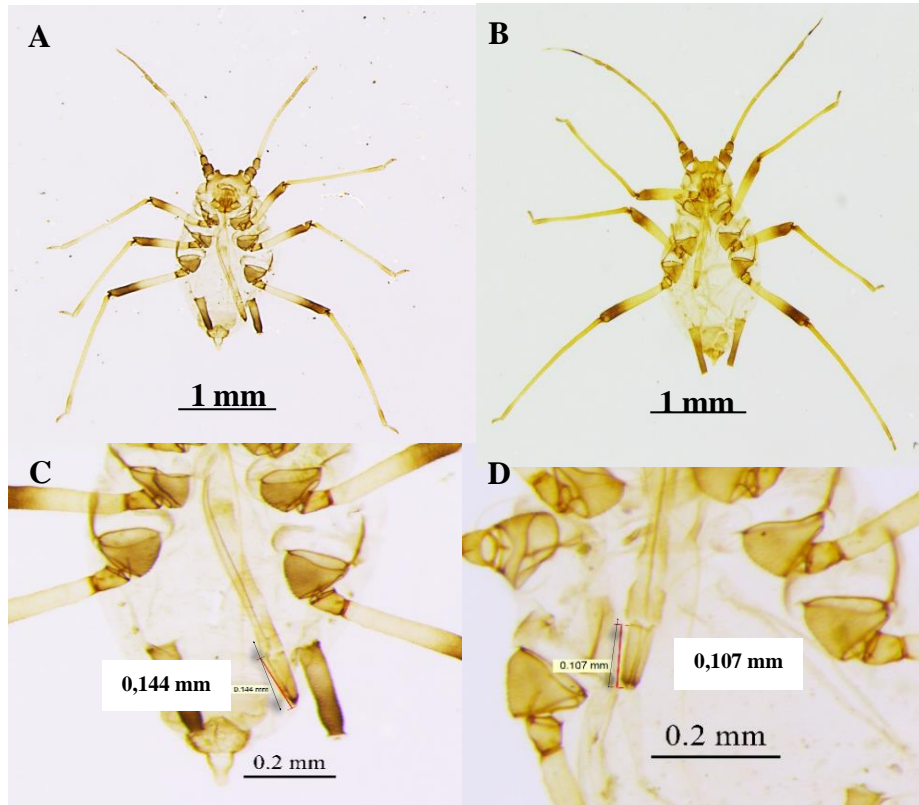
Tabel 2 Karakteristik morfometrik pada *P. nigronevosa* dan *P. caladii*

Variabel	Jumlah individu	Spesies		Uji t	P
		<i>P. nigronevosa</i> (rata-rata ± SE) (mm)	<i>P. caladii</i> (rata-rata ± SE) (mm)		
Panjang tubuh	52	1,320 ± 0,019	1,117 ± 0,014	8,82	0,000*
Lebar kepala	52	0,415 ± 0,004	0,374 ± 0,003	8,68	0,000*
Panjang antena ruas 1-2	52	0,153 ± 0,002	0,129 ± 0,003	3,17	0,002*
Panjang antena ruas 3-5	52	0,708 ± 0,012	0,603 ± 0,010	4,82	0,000*
Panjang antena	52	0,861 ± 0,014	0,732 ± 0,011	7,09	0,000*
Panjang urs	52	0,146 ± 0,001	0,170 ± 0,000	35,96	0,000*
Panjang tibia belakang	52	0,933 ± 0,014	0,806 ± 0,012	6,78	0,000*
Panjang femur belakang	52	0,499 ± 0,006	0,417 ± 0,006	9,36	0,000*
Panjang sifunkuli	52	0,284 ± 0,005	0,274 ± 0,003	1,76	0,090 ^{NS}

Angka rata-rata di selanjur kolom, Ns = tidak berbeda nyata. (P>0.05), * = berbeda nyata antara tanaman (analisis uji t); SE = galat baku

Hasil uji t menunjukkan dari ke sembilan karakter terdapat delapan karakter yang berbeda signifikan dan satu karakter yang tidak berbeda nyata signifikan yaitu panjang sifunkuli antara kutudaun pisang dan kutudaun keladi memiliki (uji t= 1,76; P= 0,09>0,05). Karakter yang membedakan antara kutudaun pisang dan kutudaun keladi adalah karakteristik panjang rostrum ruas

terakhir dengan memiliki nilai uji t (uji $t=35,96$; $P=0,00<0,05$) (Lampiran 8 dan 9). Panjang rostrum ruas terakhir kutudaun pisang ($0,146 \pm 0,001$ mm) lebih panjang dibandingkan kutudaun keladi ($0,117 \pm 0,000$ mm) (Gambar 6). Seperti laporan Footit dan Maw (2019), panjang rostrum berbeda antara kutudaun pisang dengan kutudaun keladi, namun sifunkuli hampir sama pada kedua kutudaun pisang dan keladi tersebut. Terkait panjang rostrum ruas terakhir, terdapat pernyataan penguat dari Maharani (2018); Bhadra dan Agarwala (2010), menyatakan kutudaun pisang memiliki panjang rostrum ruas terakhir 0,139-0,164 mm, kutudaun keladi 0,108-0,128 mm.



Gambar 6 Morfologi imago kutudaun pisang dan keladi. a) Sisi ventral kutudaun pisang; b) Sisi ventral kutudaun keladi; c) Panjang rostrum ruas terakhir kutudaun pisang; d) Panjang rostrum ruas akhir kutudaun keladi

Dengan adanya variasi morfometrik menunjukkan bahwa adanya pengaruh tanaman inang terhadap perbedaan morfologi pada kutudaun. Tiwari dan Singh (2016), melaporkan adanya variasi ukuran tubuh *Myzus persicae* pada tanaman *Raphanus sativus* lebih besar dibandingkan *Brassica oleracea*, *Calotropis procera*, *Brassica rapa caamestris*, dan *Solanum nigrum*. Ferrari *et al.* (2006), juga melaporkan variasi kisaran inang, genetik, dan ekologi *Acrythosiphon pisum* di Inggris Tenggara. Terdapat perbedaan pada susunan band enzim genetik antara kutudaun pisang dan kutudaun keladi dari tanaman inang pisang dan talas (Bhadra dan Agarwala 2012). Kutudaun yang berada di tanaman yang tinggi akan nutrisi dan temperatur yang sesuai akan lebih besar

ukurannya dibandingkan dengan kondisi yang tidak mendukung kebugaran mereka (Dixon dan Dhama 1980).

3.3.2 Preferensi Inang Kutudaun Pisang dan Keladi

Kutudaun pisang dan kutudaun keladi bersifat polifag (Blackman dan Eastop 2000; Galambao 2011; Footit *et al.* 2010; Bhadra dan Agarwala 2010; 2012; Greenwell 2012; dan Maharani 2018). Pada Tabel 3 terlihat bahwa preferensi inang kutudaun pisang dan keladi menyebar populasinya hampir ke sepuluh tanaman inang. Jumlah populasi total kutudaun pisang menjadi 50 individu, sedangkan populasi kutudaun keladi terdapat 23 individu dari 60 individu imago kutudaun pisang dan keladi yang sebelumnya diinvestasikan pada tanaman di tengah (tanaman sri rejeki). Keberadaan kedua spesies kutudaun pisang dan keladi bentuk imago tidak bersayap (*aptera*) maupun bersayap (*alate*) tidak ditemukan pada tanaman lengkuas dan sri rejeki. Kutudaun pisang juga tidak menunjukkan adanya populasi tidak bersayap dan bersayap pada tanaman heliconia. Sedangkan populasi kutudaun keladi tidak ditemukan pada tanaman jahe merah. Seperti pernyataan Nordam (2004), kutudaun pisang sangat jarang ditemukan populasinya pada tanaman heliconia. Kemungkinan perbedaan populasi serangga menurut Morgan *et al.* (2001), dipengaruhi oleh spesies serangga, suhu, tanaman inang, dan faktor eksternal maupun internal lainnya.

Populasi kutudaun keladi tidak bersayap memiliki rataan populasi lebih tinggi ($10,58 \pm 2,08$) dibandingkan dengan kutudaun pisang ($0,39 \pm 0,28$). Sementara itu, hanya pada tanaman pacing dan sri rejeki menunjukkan tidak berbeda nyata secara signifikan antara populasi kutudaun pisang dan keladi. Berdasarkan hasil dari uji t membandingkan populasi antara kutudaun pisang dengan keladi. Populasi kutudaun keladi dan kutudaun pisang memiliki perbedaan nyata pada tanaman pacing (uji $t=1,41$; $P=0,164 > 0,05$) dan sri rejeki (uji $t=1,00$; $P=0,321 > 0,05$). Pada tanaman sri rejeki populasi kutudaun pisang ($4,03 \pm 2,25$) lebih tinggi dibandingkan dengan kutudaun keladi ($0,75 \pm 0,37$) (Lampiran 10 dan 11). Hasil ini bertolak belakang dengan pernyataan Bagariang (2018) kutudaun keladi dapat hidup pada tanaman sri rejeki, sedangkan kutudaun pisang dapat bertumbuh pada pisang. Selama pengamatan ditemukan keberadaan predator seperti Staphylinidae, Coccinelidae, dan Lycosidae. Oleh karena itu, kemungkinan menjadi penghambat perpindahan kedua spesies kutudaun pisang dan keladi tersebut.

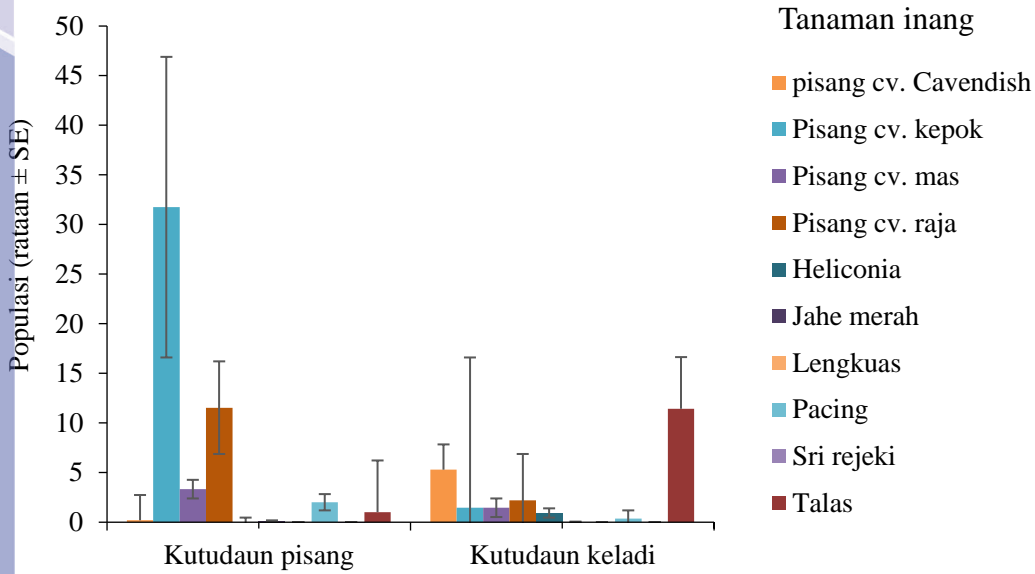
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menggunakan uji Tukey mengindikasikan terdapat berbeda nyata signifikan preferensi populasi imago dan nimfa tidak bersayap pada kutudaun pisang ($F=8,51$; $P=0,00 < 0,05$) begitu juga sebaliknya, pada kutudaun keladi ($F=9,30$; $P=0,00 < 0,05$). Suparman *et al.* (2011), melaporkan kutudaun pisang memiliki preferensi tinggi pada pisang kultivar kepok. Populasi kutudaun pisang dan kutudaun keladi menunjukkan bahwa kutudaun berkembang baik dan aktif pada permukaan tanaman yang disukai, sementara tanaman yang tidak disukai akan segera ditinggalkan dan mencari tanaman inang lainnya. Hal ini terlihat dari keberadaan imago kutudaun yang bersayap. Populasi kutudaun pisang bersayap pada pisang kultivar kepok (0,22%), raja (0,13%), dan mas (0,07%). Sedangkan populasi kutudaun keladi bersayap pada tanaman talas dan pisang kultivar raja (1,67%) .



Diketahui bahwa kutudaun pisang merupakan serangga vektor BBTV dapat menyebabkan penyakit kerdil pisang. Terdapat laporan dari Greenwell (2012); Watanabe *et al.* (2013), dan Pinili *et al.* (2013), bahwa kutudaun keladi juga dapat berperan sebagai vektor BBTV jika dalam satu tanaman inang bersama dengan kutudaun pisang. Kutudaun pisang dan keladi menyebar populasinya karena, ditemukan adanya bentuk imago bersayap (*alate*), selain itu kutudaun pisang dan keladi dapat berjalan melalui triplek yang menjadi fasilitasi untuk perpindahan dari satu tanaman ke tanaman inang lainnya. Dengan adanya keberadaan kutudaun bersayap menunjukkan adanya kemampuan kutudaun tersebut dalam menularkan dan menyebarkan BBTV. Perlakuan preferensi inang dilakukan dalam kondisi memberi peluang kutudaun menyebar aktif ke sepuluh tanaman inang berbeda. Faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan populasi diantara keduanya, salah satunya adalah kebebasan kedua kutudaun memilih tanaman inang. kutudaun pisang dilaporkan dapat berpindah sejauh 86 m dari sumber inokulum (Prasetyo dan Sudiono 2004). Sehingga ketika terdapat pisang terinfeksi BBTV dalam jarak 1 km, kemungkinan pisang yang lainnya disekitaran lahan tersebut perlahan akan terkena BBTV juga. Oleh karena itu, perlu dilakukannya pemantauan dan pencegahan sejak dini guna mengantisipasi penyebaran BBTV secara luas. Penyebaran kutudaun pisang dan kutudaun keladi juga dapat terbawa oleh angin. Aktivitas kutudaun pisang dan keladi diduga aktif pada pukul sekitar 09.00 dan 17.00 (Rajan 1981).

Populasi kutudaun keladi tidak bersayap tertinggi pada tanaman talas ($22,83 \pm 6,32$) memiliki (uji $t=3,09$; $P=0,03 < 0,05$). Sedangkan kutudaun pisang pada tanaman pisang kultivar kepok ($63,14 \pm 19,47$) (uji $t=2,97$; $P=0,004 < 0,05$) (Gambar 7). Preferensi jenis inang dapat memprediksi keberhasilan kebugaran pada serangga sehingga spesies serangga akan memilih tanaman yang sesuai untuk menyelesaikan pertumbuhan dan perkembangan kutudaun (Clark *et al.* 2011; Mayhew 2001; dan Karowe 1990). Menurut Prager *et al.* (2014), terdapat perbedaan preferensi oviposisi pada perilaku dan perkembangan larva pada tomat dan kentang. Selama pengamatan ditemukan populasi kutudaun pisang dan kutudaun keladi berada pada bagian pangkal batang dan daun termuda. Menurut Suparman *et al.* (2011), kutudaun pisang sering ditemukan di bagian pelepah daun anakan pisang dan daun yang muda. Hal ini diduga pada bagian tanaman tersebut jarigannya lebih lunak sehingga dapat dengan mudah stilet kutudaun pisang dan keladi menusuk dan menghisap untuk memenuhi nutrisi yang diperlukan. Selain itu, Biale *et al.* (2017), menyatakan bagian tanaman bawah pelepah dapat menjadi kondisi yang sulit ditemukan keberadaan koloni kutudaun pisang dan keladi oleh musuh alami.

Berdasarkan hasil penelitian ini pisang kultivar kepok rentan akan populasi kutudaun pisang. Tetapi menurut Widyastuti dan Hidayat (2005), pisang kultivar kepok merupakan salah satu kultivar pisang toleran terhadap tertularnya penyakit kerdil pisang yang disebabkan oleh BBTV, periode inkubasi, dan intensitas penyakit. Hal tersebut dapat dilihat bahwa belum tentu tinggi populasi kutudaun yang terdapat di satu jenis tanaman inang dapat diindikasikan juga rentan akan terkena BBTV. Namun, terdapat kemungkinan semakin banyak populasi kutudaun pisang dan keladi yang telah tertular virus dalam tubuhnya berada pada satu tanaman.



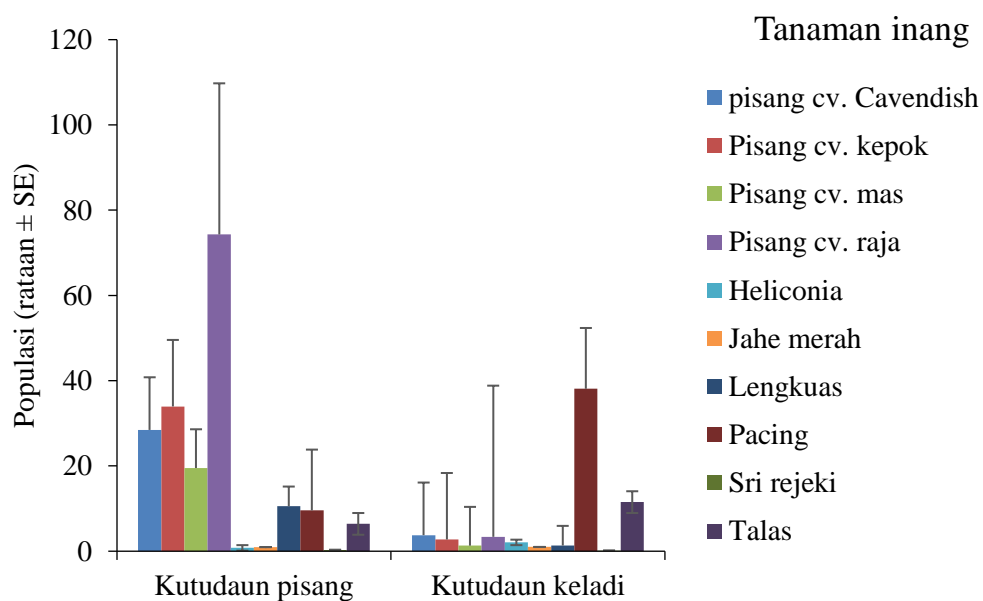
Gambar 7 Populasi kutudaun pisang dan kutudaun keladi pada uji preferensi inang

Penetapan kategori preferensi didasarkan pada persentase populasi kutudaun: tinggi 20%, sedang 5-20%, dan rendah kurang dari 5% (Suparman *et al.* 2011). Kutudaun pisang menunjukkan preferensi inang tinggi pada pisang kultivar kepok. Pisang kultivar mas, raja, Cavendish, tanaman pacing, talas, jahe merah, dan sri rejeki sebagai preferensi inang yang cukup atau sedang. Tanaman heliconia dan lengkuas tergolong preferensi inang yang rendah bagi kutudaun pisang. Kutudaun keladi menunjukkan preferensi inang tinggi pada tanaman talas. Preferensi inang cukup atau sedang pada pisang kultivar mas, raja, kepok, tanaman heliconia, dan pacing. Preferensi rendah ditujukan pada tanaman lengkuas, jahe merah, dan sri rejeki. Sehingga dapat terlihat bahwa kutudaun pisang dan kutudaun keladi dapat menjadikan tanaman alternatif tersebut menjadi tempat pertumbuhan sementara atau dalam jangka waktu yang lama. setiap tanaman memiliki kualitas dan kuantitas nutrisi yang berbeda. Kualitas nutrisi tanaman inang merupakan salah satu faktor penting dalam fekunditas serangga herbivora (Awmack dan Leather 2002; Kemp 2011). Menurut Date *et al.* (2017), populasi bervariasi dikarenakan preferensi indera penciuman kutudaun untuk setiap tanaman inang yang berbeda, perbedaan seleksi antara lingkungan juga dapat menghasilkan perubahan perilaku pada organisme.

3.3.3 Kesesuaian Inang Kutudaun Pisang dan Keladi

Sebanyak 20 individu kutudaun pisang dan keladi diinvestasikan pada setiap tanaman uji yang berbeda menghasilkan variasi jumlah populasi. Pada pisang kultivar raja, populasi kutudaun pisang menunjukkan berbeda nyata (uji $t=4,59$; $P=0,00 < 0,05$) dengan memiliki rataan tertinggi imago ($33,42 \pm 7,09$) dan nimfa ($20,88 \pm 0,11$). Sedangkan kutudaun keladi populasi tertinggi terdapat pada tanaman pacing memiliki rataan imago ($16,60 \pm 2,92$) dan nimfa ($6,00 \pm 0,16$) (Tabel 4). Meskipun populasi imago dan nimfa kutudaun pisang tidak bersayap terdapat pada pisang kultivar raja. Namun, hasil uji t melihat perbedaan

kutudaun pisang dan kutudaun keladi terhadap tanaman uji. Pisang kultivar kepok memiliki nilai uji t tertinggi dibandingkan ke sembilan tanaman inang lainnya (uji $t=10,05$; $P=0,00<0,05$). Menurut Suparman *et al.* (2011), pisang kultivar kepok merupakan kultivar yang paling sesuai pada kutudaun pisang dibandingkan dengan kultivar pisang lainnya. Kutudaun pisang dan kutudaun keladi tidak berbeda nyata pada tanaman jahe merah (uji $t=0,09$; $P=0,925>0,05$) dan sri rejeki (uji $t=1,16$; $P=0,247>0,05$). Populasi terendah kutudaun pisang ($0,24 \pm 0,10$) dan kutudaun keladi ($0,17 \pm 0,09$) terdapat pada tanaman sri rejeki (Lampiran 12 dan 13). Jumlah populasi kutudaun pisang lebih tinggi dibandingkan kutudaun keladi (Tabel 5). Hasil tersebut mengindikasikan bahwasanya tanaman sri rejeki tidak sesuai terhadap kutudaun pisang maupun kutudaun keladi (Gambar 8).



Gambar 8 Populasi kutudaun pisang dan kutudaun keladi pada uji kesesuaian inang

Perbedaan jumlah populasi kutudaun keladi dan kutudaun pisang pada setiap tanaman uji disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu faktor variasi jumlah populasi tersebut adanya mortalitas. Selama 30 hari pengamatan suhu sangat bervariasi, dikarenakan cuaca tidak menentu yang terkadang hujan dan panas pada saat itu. Menurut Kaakeh dan Dutcher (1993); Alyokhin *et al.* (2011), mortalitas disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan, salah satu faktor yang mempengaruhi populasi kutudaun adalah cuaca (hujan) dan keberadaan agen hayati. Mortalitas tertinggi kutudaun pisang terjadi pada pisang kultivar mas (0,97%) disusul dengan pisang kultivar raja dengan tingkat mortalitas (0,91%). Mortalitas kutudaun pisang pada pisang kultivar raja mortalitas dikarenakan tingginya populasi kutudaun pisang.

Tabel 4 Populasi kutudaun pisang (*P. nigronevosa*) dan kutudaun keladi (*P. caladii*) pada kesesutan inang @Hak cipta milik IPB University

Famili	Tanaman inang	Spesies	Imago (individu/inang) (rata-rata ± SE)	Nimfa (individu/inang) (rata-rata ± SE)	Bersayap (individu/inang) (%)	Mortalitas (individu/inang) (%)	Kemunculan populasi tertinggi (hari)	Uji t	P
Musaceae	Pisang cv.	P. n	16,16 ± 2,83 b	0,90 ± 0,12 bc	1,35	0,34	15,00	4,83*	0,000
	Cavendish	P. c	2,25 ± 0,39 bc	4,80 ± 0,42 bc	0,05	0,38	8,33		
	Pisang cv. kepok	P. n	13,82 ± 1,35 bc	0,82 ± 0,10 b	0,40	0,68	20,00	10,0*	0,000
	Pisang cv. mas	P. c	1,98 ± 0,24 bc	3,44 ± 0,13 bc	0,50	0,32	9,00		
		P. n	8 ± 0,9 bcd	0,36 ± 0,08 bcd	0,10	0,97	13,00	7,20*	0,000
	P. c	1,02 ± 0,21 c	1,61 ± 0,08 c	0,00	0,25	5,67			
Pisang cv. Raja	P. n	33,42 ± 7,09 a	20,88 ± 0,11 a	2,85	0,73	15,33	4,59*	0,000	
	P. c	2,18 ± 0,33 bc	1,00 ± 0,10 c	0,00	0,30	8,00			
Heliconiaceae	Heliconia	P. n	0,86 ± 0,26 d	0,57 ± 0,10 d	0,10	0,13	1,33	3,77*	0,000
	P. c	1,44 ± 0,29 bc	0,18 ± 0,04 c	0,00	0,24	4,00			
Zingiberaceae	Jahe merah	P. n	0,34 ± 0,11 d	0,33 ± 0,07 cd	0,10	0,17	2,33	0,09	0,925
		P. c	0,59 ± 0,17 c	0,34 ± 0,08 c	0,15	0,17	2,67	NS	
	Lengkuas	P. n	4,43 ± 0,55 cd	0,21 ± 0,03 cd	0,50	0,52	7,00	6,53*	0,000
		P. c	0,64 ± 0,16 c	2,87 ± 0,30 c	0,55	0,21	3,00		
Pacing	P. n	3,39 ± 0,45 cd	3,52 ± 0,15 cd	0,30	0,55	7,33	3,96*	0,000	
	P. c	16,60 ± 2,92 a	6,00 ± 0,16 a	4,15	0,91	14,00			
Araceae	Sri rejeki	P. n	0,24 ± 0,10 d	0,05 ± 0,03 d	0,10	0,12	1,00	1,16	0,247
		P. c	0,17 ± 0,09 c	0,30 ± 0,14 c	0,10	0,10	1,00	NS	
	Talas	P. n	4,04 ± 0,41 cd	2,29 ± 0,12 cd	0,05	0,38	6,67	3,24*	0,010
		P. c	5,50 ± 0,52 b	1,59 ± 0,12 b	0,55	0,70	7,67		

P. n = *P. nigronevosa*; P. c = *P. caladii*; SE = galat baku

Angka rata-rata pada kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (uji Tukey. $\alpha = 0.05$)
 Angka rata-rata di selanjut kolom. Ns = tidak berbeda nyata. ($P > 0.05$). * = berbeda nyata antara tanaman (analisis uji t)

Mortalitas kutudaun pisang tinggi pada pisang kultivar mas, dikarenakan selama pengamatan pertumbuhannya kurang baik dibandingkan dengan pisang kultivar lainnya. Sehingga dapat mempengaruhi kurangnya nutrisi makanan untuk kelangsungan hidup kutudaun pisang dan keladi. Menurut Suparman *et al.* (2011), mortalitas kutudaun pisang pada pisang kultivar mas sangat tinggi pada awal perkembangan populasi kutudaun pisang. Mortalitas kutudaun keladi berbanding lurus dengan populasi tertinggi di tanaman pacing. Kedua spesies kutudaun pisang dan keladi memiliki nilai mortalitas sama pada tanaman jahe merah. Kemungkinan karena sulitnya kutudaun pisang dan keladi untuk mencari bagian floem untuk mendapatkan nutrisi dari tanaman jahe merah dan juga tidak dapat memilih inang yang lain. Tanaman inang sangat berpengaruh terhadap fekunditas kutudaun pisang dan keladi. Hal tersebut dikarenakan beda tanaman akan berbeda pula nutrisi yang dibutuhkan oleh serangga. Ketika kutudaun sulit menemukan nutrisi pada tanaman akan berdampak penurunan populasi pada tanaman tersebut.

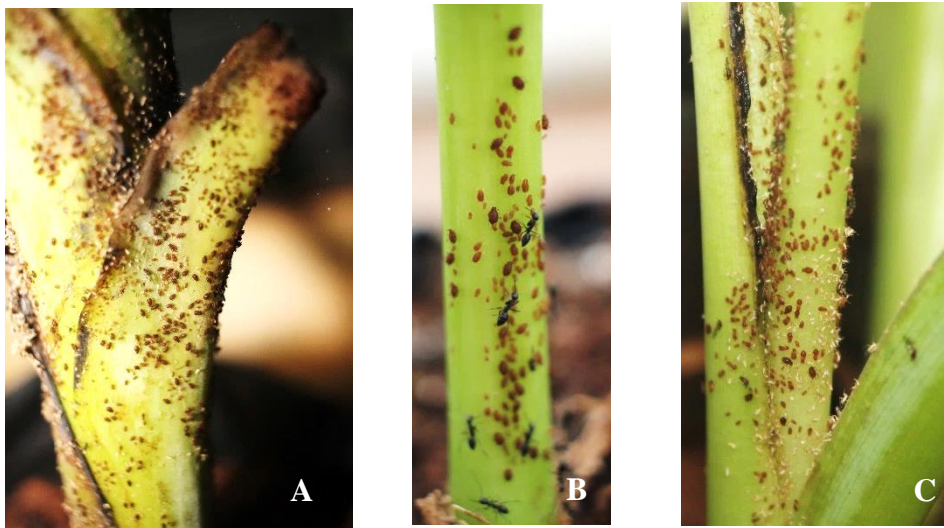
Tabel 5 Populasi total *P. nigronevosa* dan *P. caladii* pada 10 jenis tanaman inang pada percobaan kesesuaian inang

Famili	Tanaman inang	Jumlah individu	Spesies	
			<i>P. nigronevosa</i> (individu) (rata-rata ± SE)	<i>P. caladii</i> (individu) (rata-rata ± SE)
Musaceae	Pisang cv. Cavendish	20	28,457 ± 5, 050 bc	3,763 ± 0,676 bc
	Pisang cv. kepok	20	33,957 ± 3,921 b	2,747 ± 0,363 bc
	Pisang cv. mas	20	19,505 ± 2,514 bcd	1,301 ± 0,278 bc
	Pisang cv. raja	20	74,296 ± 5,442 a	3,376 ± 0,549 bc
Heliconiaceae	Heliconia	20	0,785 ± 0,200 d	2,070 ± 0,396 bc
Zingiberaceae	Jahe merah	20	0,973 ± 0,263 d	1,000 ± 0,231 c
	Lengkuas	20	10,559 ± 1,488 bcd	1,333 ± 0,337 bc
	Pacing	20	9,575 ± 1,437 cd	38,102 ± 7,065 a
Araceae	Sri rejeki	20	0,280 ± 0,120 d	0,124 ± 0,061 c
	Talas	20	6,414 ± 0,741 cd	11,516 ± 1,387 b

Angka rata-rata pada kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (uji Tukey $\alpha = 0.05$); SE = galat baku

Imago kutudaun pisang dan keladi ditemukan dalam dua bentuk yaitu imago tanpa sayap (*aptera*) dan bersayap (*alate*). Bentuk imago bersayap (*alate*) hampir sebagian besar ditemukan pada tanaman uji. Kutudaun keladi bersayap tidak ditemukan pada heliconia dan pisang kultivar mas. Sebaliknya kutudaun pisang bersayap ditemukan pada semua tanaman uji. Populasi tertinggi kutudaun pisang bersayap terdapat pada pisang kultivar raja (2,85%) dan kutudaun keladi terdapat pada tanaman pacing (4,15%). Munculnya bentuk imago tertinggi pada kedua tanaman tersebut mengindikasikan adanya kompetisi tempat disebabkan tingginya populasi imago dan nimfa pada tanaman tersebut. Lees (1966), Hara dan Du-ponte (2015), menyatakan produksi bentuk bersayap kutudaun dipengaruhi populasi dan temperature tinggi. Namun tidak semua keberadaan kutudaun bersayap menunjukkan adanya kompetisi tempat disebabkan populasi tinggi. Berdasarkan hasil pengamatan ketika populasi tidak terlampaui tinggi terdapat kutudaun pisang

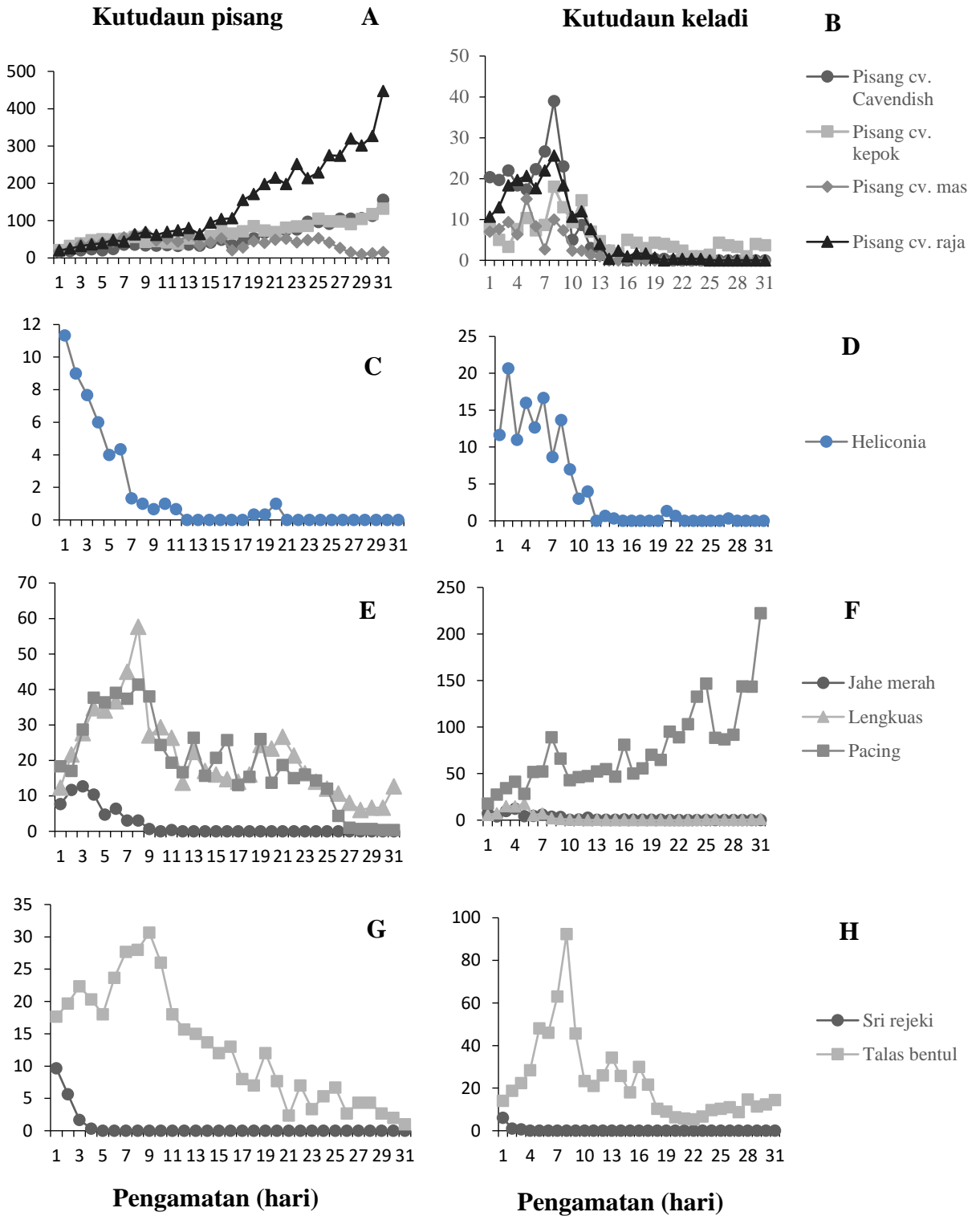
dan keladi bersayap pada tanaman uji. Seperti halnya pada tanaman sri rejeki, keberadaan kutudaun pisang dan kutudaun keladi bersayap (0,10%) menunjukkan hasil yang sama. Namun populasi kedua spesies kutudaun pisang dan keladi tersebut tidak tergolong tinggi. Hal ini didukung dengan pernyataan dari Suparman *et al.* (2011), imago bersayap tidak selalu terbentuk pada populasi yang tinggi tetapi, kemungkinan dikarenakan kutudaun kurang menyukai inang sehingga berupaya untuk bermigrasi dengan cara membentuk imago bersayap. Selama pengamatan ditemukan keberadaan semut (Gambar 9). Semut diketahui dapat bersimbiosis mutualisme dengan kutudaun dengan mendapatkan embun madu yang diperoleh oleh kutudaun dan semut membantu kutudaun melindungi dari predator maupun parasitoid serta membantu kutudaun menemukan inang yang dapat mendukung pertumbuhan kutudaun pisang dan keladi (Johnson 1959; Biale *et al.* 2017). Populasi kutudaun pisang dan kutudaun keladi mengalami fluktuasi setiap harinya. Berdasarkan hasil pengamatan, populasi harian kutudaun pisang selalu turun populasi imago maupun nimfa jika tidak di tanaman Famili Musaceae. Pada Gambar 10 terlihat tren populasi kutudaun pisang meningkat setiap harinya di pisang kultivar raja.



Gambar 9 Koloni kutudaun pada percobaan kesesuaian inang. a) Kutudaun pisang pada pisang kultivar raja; b) Kutudaun keladi pada tanaman pacing; c) Kutudaun keladi pada tanaman talas

Hal tersebut juga disebabkan adanya peningkatan jumlah nimfa yang dilahirkan oleh imago sehingga populasi meningkat secara cepat. Seperti pernyataan Kuswanto dan Budi (2007), jika tidak terdapat penghambat seperti musuh alami (predator dan parasitoid), lingkungan, dan nutrisi yang tidak terbatas sangat mempengaruhi keberadaan populasi nimfa kutudaun.

Pada pisang kultivar kepok, mas, dan Cavendish tren pertumbuhan awal pertumbuhan terlihat menurun. Namun pada akhir populasi kutudaun pisang lebih tinggi dibandingkan dengan kutudaun keladi.



Gambar 10 Grafik data harian kesesuaian inang a) Famili Musaceae kutudaun pisang; dan b) kutudaun keladi; c) Famili Heliconiaceae kutudaun pisang; d) kutudaun keladi; e) Famili Zingiberaceae kutudaun pisang; dan f) kutudaun keladi; g) Famili Araceae kutudaun pisang; h) kutudaun keladi pada 10 tanaman berbeda

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

Selain pada Famili Musaceae, populasi kutudaun pisang tinggi pada salah satu Famili Zingiberaceae yaitu tanaman lengkuas ($10,559 \pm 1,488$) dan pancing ($9,575 \pm 1,437$). Populasi kutudaun keladi selain pertumbuhan tinggi di tanaman talas (Araceae) ($11,516 \pm 1,387$) berbeda nyata dengan kutudaun pisang (uji $t=3,24$; $P=0,01 < 0,05$). Populasi kutudaun keladi juga selalu meningkat pada salah satu Famili Zingiberaceae yaitu tanaman pancing ($38,102 \pm 7,065$). Hasil tersebut didukung oleh laporan Footit dan Maw (2019), kutudaun pisang pada Famili Musaceae, sedangkan kutudaun keladi ditemukan pada Famili Araceae dan salah satu tanaman inang lainnya yaitu tanaman pancing (Zingiberaceae).

Menurut Yasmin *et al.* (1999), rata-rata pertumbuhan kutudaun pisang ditemukan tinggi sekitar 10-14 hari. Kutudaun pisang sulit beradaptasi dan berkembang pada tanaman tidak dari Famili Musaceae. Hal tersebut terlihat dari hasil pengamatan kutudaun pisang kemunculan populasi tertinggi pada pisang kultivar Cavendish, kepok, dan mas 13 hari setelah investasi. Sedangkan kutudaun keladi kurang dari 10 hari investasi menunjukkan kemunculan populasi tertinggi. Pada tanaman talas populasi kutudaun keladi tertinggi terdapat pada hari ke enam dan pada tanaman pancing terdapat pada hari ke 14 setelah investasi. Keberadaan sangat singkat kutudaun pisang dan kutudaun keladi terjadi pada tanaman sri rejeki hanya bertahan satu hari setelah investasi. Seperti halnya pada tanaman sri rejeki, keberadaan kutudaun pisang dan kutudaun keladi pada tanaman jahe merah hanya bertahan dua hari setelah investasi. Disamping itu juga, kutudaun pisang pada heliconia hanya bertahan satu hari setelah investasi. Dengan demikian, kutudaun pisang dan kutudaun keladi menunjukkan kesesuaian inang rendah pada tanaman sri rejeki dan jahe merah.

3.4 Simpulan

Kutudaun pisang menunjukkan preferensi inang berdasarkan populasi tertinggi terdapat pada pisang kultivar kepok dan raja (Musaceae). Kutudaun keladi preferensi inang tinggi terhadap tanaman talas (Araceae) dan pisang kultivar Cavendish (Musaceae). Kutudaun pisang dan kutudaun keladi menunjukkan preferensi inang rendah terhadap tanaman jahe merah dan lengkuas (Zingiberaceae).

Kesesuaian inang kutudaun pisang tinggi terhadap pisang kultivar raja dan Cavendish (Musaceae). Kutudaun keladi sesuai pada tanaman pancing (Zingiberaceae) dan talas (Araceae). Jumlah populasi kutudaun pisang secara keseluruhan lebih tinggi dibandingkan kutudaun keladi.

IV PERILAKU MAKAN KUTUDAUN PISANG DAN KUTUDAUN KELADI (HEMIPTERA: APHIDIDAE) PADA FAMILI MUSACEAE DAN ARACEAE

4.1 Pendahuluan

Kutudaun pisang umumnya ditemukan pada tanaman pisang (Musaceae) dan kutudaun keladi pada talas (Araceae) (Eastop 1966). Namun, kutudaun pisang dan kutudaun keladi dilaporkan terdapat inang alternatif dari berbagai Famili tanaman, diantaranya: Musaceae (*Musa* spp.), Araceae (*Colocasia* sp., *Dieffenbachia* sp., *Xanthosoma* spp., *Taro* spp.), Zingiberaceae (*Zingiber* spp., *Alpinia* spp., *Costus* spp., *Elettaria* spp.), dan Heliconiaceae (*Heliconia* spp.) (Robson *et al.* 2007; Footitt *et al.* 2010; Galambao 2011; Greenwell 2012; dan Suparman *et al.* 2017). Dengan demikian, hal ini mengindikasikan spesies tersebut sebagai spesies kriptik dan polifag. Penelitian terkait kesesuaian tanaman inang mengungkapkan bahwa kedua spesies kutudaun pisang dan keladi lebih menyukai tanaman talas (Bagariang 2018; Suparman *et al.* 2017), dan penelitian lebih lanjut menemukan bahwa kutudaun pisang lebih disukai pisang kultivar kepok dibandingkan pisang kultivar mas (Suparman *et al.* 2011).

Kutudaun memiliki interaksi dengan tanaman inang. Kutudaun menggunakan kemoreseptor dalam pemilihan tanaman inang. Stilet kutudaun akan masuk ke dalam epidermis, mesofil, parenkim, dan akhirnya mencapai jaringan floem untuk mendapatkan nutrisi. Karakterisasi rinci dan identifikasi perilaku makan serangga dapat dipantau secara langsung menggunakan EPG (Tjallingii dan Easch 1993; Luccini dan Panizzi 2017). Dalam pemantauan perilaku makan menggunakan EPG, beberapa parameter seperti aktivitas probing dan lamanya fase floem dapat mengidentifikasi ketahanan tanaman inang terhadap suatu serangga (Klingauf 1987; Prado 1997).

Berdasarkan preferensi dan kesesuaian inang pada pengamatan sebelumnya, kutudaun pisang dan keladi diduga dapat berkembang pada beberapa tanaman inang selain pisang, walaupun terdapat variasi jumlah populasi pada sepuluh tanaman inang. Namun tidak ada data terkait perilaku makan kutudaun pisang dan keladi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi tentang perilaku makan kutudaun pisang dan keladi pada berbagai tanaman inang. Informasi tentang perilaku makan Kutudaun pisang dan keladi diperlukan sebagai informasi tanaman alternatif kutudaun dan kultivar pisang tahan untuk mengurangi penularan BBTV.

4.2 Metode

4.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Mei 2020 di Laboratorium Entomologi Terapan, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.

4.2.2 Persiapan Tanaman

Tanaman uji menggunakan Famili Musaceae (pisang kultivar kepok dan mas) dan Araceae (tanaman talas dan sri rejeki) berumur 1 bulan. Tanaman uji diperoleh dari kebun Plasma Nutfah, Yogyakarta dan Kecamatan Darmaga, Bogor, Jawa Barat. Anakan/bibit dipindah tanam dalam polibag berukuran 15

cm x 15 cm. Media tanam menggunakan tanah, sekam bakar, dan pupuk kandang perbandingan 1:1:1. Tanaman dimasukkan ke dalam kurungan kasa agar tidak terinfeksi oleh serangga dan penyiraman dilakukan tiga hari sekali.

4.2.3 Persediaan Kutudaun

Kutudaun menggunakan perbanyak kutudaun pisang dan kutudaun keladi dari Cikabayan, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Perbanyak kutudaun pisang menggunakan pisang kultivar kepok dan perbanyak kutudaun keladi pada tanaman talas. Kutudaun tersebut diletakkan di Rumah Kasa, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, hingga jumlahnya mencukupi untuk kebutuhan percobaan.

4.2.4 Pengujian Aktivitas Makan Menggunakan EPG

Perilaku makan kutudaun pisang dan Kutudaun keladi pada empat tanaman inang diamati menggunakan EPG. Tanaman uji disiram terlebih dahulu karena tanah yang lembab menyediakan listrik yang baik (Walker 2000). Metode perekaman EPG, imago kutudaun pisang dan keladi tidak bersayap dipingsankan menggunakan alat penghisap (*vacuum*). Bagian dorsal kutudaun pisang dan keladi diberi lem (*silver glue*) untuk melekatkan benang emas (Panjang 2-3 cm dan diameter 20 μm) ke tubuh kutudaun pisang dan keladi (Recatala dan Tjallingii 2015). Sedangkan ujung lain dari benang emas tersebut dipasang pada tembaga sepanjang 3 cm (diameter 0,2 mm) dan dihubungkan ke input amplifier dengan resistensi 1 gigaohm dan gain 50x (Lampiran 14).

Kutudaun pisang dan keladi ditempatkan pada permukaan abaksial daun kedua dari pucuk, dengan menarik sedikit pucuk untuk memudahkan akses kutudaun menemukan floem (Prado dan Tjallingii 2007). Elektroda tanaman (Panjang tembaga 10 cm dan tebal 2 mm) dimasukkan ke dalam tanah tanaman pot dan kemudian disambungkan ke voltase alat EPG (Tjallingii 2006). Kutudaun yang telah terhubung dengan tanaman diletakkan di dalam kurungan faraday (24 cm x 30 cm x 30 cm) untuk menghindari kebisingan listrik (Soffan dan Aldawood 2015) (Gambar 11).

Tiga tanaman mengandung kutudaun pisang dan keladi masing-masing dipantau pada waktu yang sama selama 10 jam (Salsabillah 2018). Hasil EPG direkam pada komputer dengan menggunakan aplikasi EPG Stylet +daq. Gelombang diamati secara langsung menggunakan aplikasi EPG Stylet +ana dan dihitung menggunakan software Excel Macro. Dalam analisis sinyal, 6 bentuk gelombang EPG (NP, C, Pd, G, E1, dan E2) dibedakan. Gelombang *non-probing* (NP), tidak ada aktivitas *probing* ke dalam jaringan tanaman, terdapat penarikan (*stylet withdrawal*) pada tanaman yang tidak sesuai; fase jalur (C), stilet kutudaun pisang dan keladi menusuk ke jaringan epidermis dan mesofil; *potensial drop* (Pd), stilet sudah memasuki intraseluler pada mesofil; xilem (G), stilet menghisap air dari xilem; fase floem (E1 dan E2), aktivitas salivasi dan mencerna cairan floem (Tjallingii 1978; Prado dan Tjallingii 1997). Parameter pengamatan meliputi jumlah probe, total durasi probing, dan lama makan (baik pada jaringan floem maupun xilem), kemudian panjang gelombang dicatat menggunakan software EPG.



Gambar 11 Ilustrasi prinsip EPG. Elektroda sumber tegangan mengatur tegangan tanaman untuk merekam EPG secara konvensional, sinyal ekstraseluler ditunjukkan dengan tanda positif dan sinyal intraseluler ditunjukkan dengan tanda negatif. Tiga tanaman yang terhubung kutudaun pisang atau kutudaun keladi masing-masing dipantau pada waktu yang sama selama 10 jam

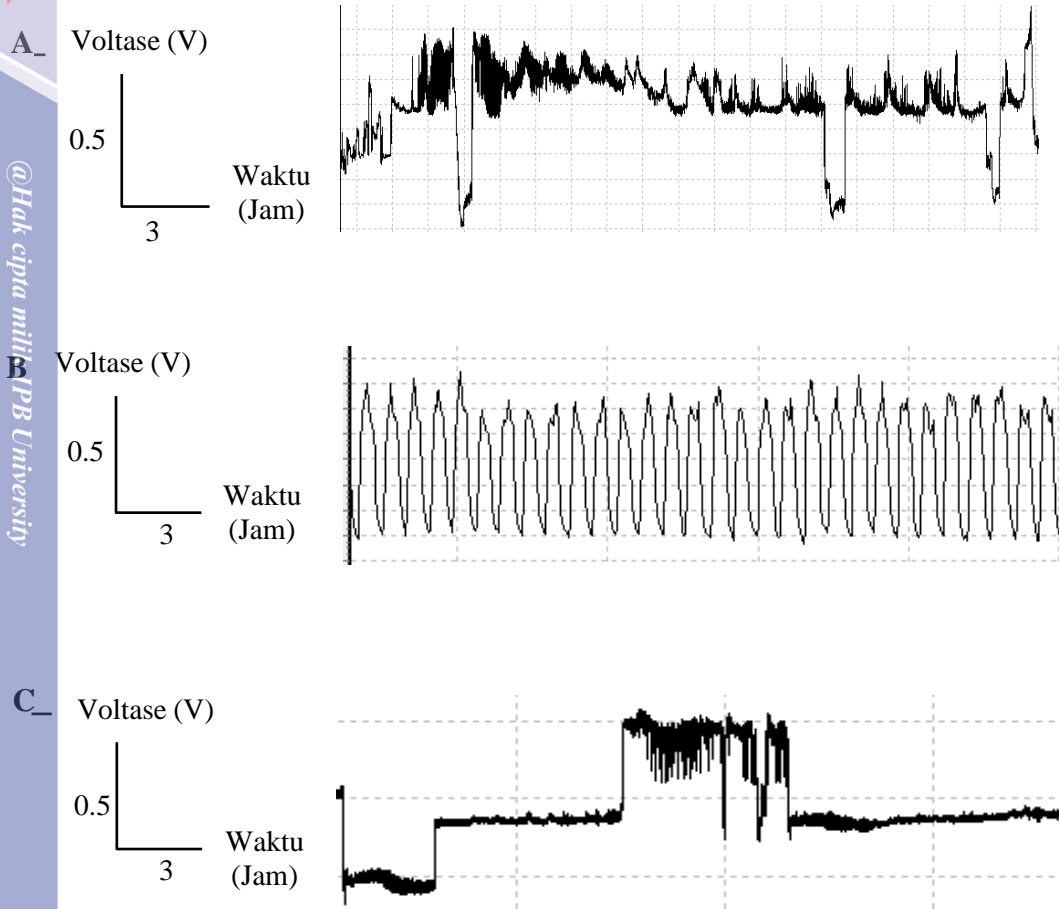
4.2.5 Analisis Data

Percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), tanaman inang sebagai perlakuan. Setiap perlakuan diulang lima kali untuk kutudaun pisang dan kutudaun keladi. Analisis data EPG menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan LSD-Fisher pada tingkat 95% menggunakan program statistik Minitab 17 dan PAST. Data tidak normal dilakukan dengan menggunakan non parametrik ANOVA Kruskal-Wallis. Analisis komponen utama/ *Principle component analysis* (PCA) menggunakan program statistik PAST yang terdiri dari jumlah probing G, jumlah dan durasi probing dari awal hingga fase floem (E).

4.3 Hasil dan Pembahasan

Sebanyak 40 individu imago kutudaun pisang dan keladi berhasil direkam perilaku makannya selama 10 jam berturut-turut. Aktivitas stilet dalam jaringan dibagi menjadi dua bagian yaitu aktivitas stilet di jaringan jaringan *non-floem* dan floem. Pada jaringan *non-floem*, maka stilet hanya melakukan aktivitas *probing* (pencucukan) di beberapa sel yang tidak terkait dengan pengambilan nutrisi tanaman, sedangkan di jaringan floem, maka aktivitas utamanya adalah mengambil nutrisi tanaman. Perilaku makan kutudaun pisang dan keladi dipengaruhi oleh kondisi tanaman dan interferensi luar baik dalam bentuk kimia atau fisik (Tjallingii dan Mayoral 1992). Ada beberapa parameter perilaku makan kutudaun pisang dan keladi yang berhasil direkam melalui alat EPG yang secara umum mendeskripsikan proses pencucukan stilet dari permukaan daun hingga mencapai jaringan floem. Adapun bentuk gelombang yang menjadi fokus dalam pengamatan saat perilaku makan berlangsung direkam yaitu gelombang *non-probing* (Np), C, *potential drop* (Pd), xilem (G), dan floem (E) (Gambar 12).

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



Gambar 12 Perilaku makan kutudaun pisang dan keladi dimonitor oleh EPG:
 (a) Bentuk gelombang menunjukkan fase jalur (C) dan *potensial drop* (Pd), (b) Bentuk gelombang menunjukkan fase xilem, (c) Bentuk gelombang yang menunjukkan fase floem

4.3.1 Aktivitas *non-probing*

Perilaku makan pertama yang dipantau menggunakan EPG adalah aktivitas *non-probing*, yang juga teridentifikasi sebagai aktivitas penarikan stilet. Gelombang Np (*non probing*) menunjukkan stilet kutudaun tidak menembus sel tanaman dan tidak melakukan aktivitas apapun. Hasil aktivitas *non-probing* menunjukkan preferensi kutudaun pisang dan keladi terhadap tanaman inang, sedangkan jumlah dan durasi aktivitas *probing* yang tinggi dikaitkan dengan aktivitas makan yang tidak sesuai pada suatu tanaman inang (Lazarrotto *et al.* 2011).

Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa jumlah dan durasi aktivitas *non-probing* tertinggi di kedua spesies kutudaun pisang dan keladi tersebut terdapat pada tanaman talas, sedangkan jumlah aktivitas *non-probing* sedikit terdapat di pisang kultivar kepok. Meskipun tidak dapat memastikan lebih lanjut tentang temuan baru ini, menarik untuk dicatat karena tanaman talas umumnya dilaporkan sebagai tanaman inang yang paling disukai untuk kedua spesies kriptik kutudaun pisang dan keladi. Namun data tersebut menunjukkan lebih banyak jumlah dan durasi aktivitas *non-probing* pada tanaman talas (Lampiran 15). Sementara

penelitian sebelumnya telah melaporkan bahwa pisang lebih disukai oleh kutudaun pisang saja. Penelitian ini menunjukkan bahwa kedua spesies kutudaun pisang dan keladi tampaknya lebih menyukai pisang kultivar kepok, yang ditunjukkan dengan jumlah *non-probing* lebih rendah daripada tanaman inang lainnya.

Tabel 6 Perilaku makan *Pentalonia* pada fase *non-floem* selama 10 jam

Parameter	Spesies	Tanaman inang (rata-rata ± SE)			
		Pisang cv. Kepok	Pisang cv. Mas	Talas	Sri rejeki
<i>Non-floem</i>					
Jumlah np (NNp; frekuensi)	P. n	13 ± 4,7 a	10,0 ± 3,8 a	14,4 ± 5,4 a	6,8 ± 1,5 a
	P. c	5,2 ± 0,5 a	14,4 ± 4,0 a	16,6 ± 5,2 a	8,0 ± 1,4 a
	P	0,210 ^{NS}	0,468 ^{NS}	0,825 ^{NS}	0,605 ^{NS}
Total durasi np (TNp; menit)	P. n	60,6 ± 28 a	77,9 ± 28,4 a	207 ± 46,8 a	180 ± 80,9 a
	P. c	30,6 ± 10 b	121,2 ± 17,0 a	133 ± 40,2 a	121 ± 45,4 a
	P	0,416 ^{NS}	0,236 ^{NS}	0,265 ^{NS}	0,772 ^{NS}

P. n: *P. nigronevosa*; P.c: *P. caladii*

Rataan diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris, berbeda nyata antar spesies pada LSD-Fisher $\alpha = 0,05$; SE = galat baku

Rataan pada kolom yang sama membandingkan kutudaun pisang (K.c) dengan kutudaun keladi pada tanaman inang), NS= tidak berbeda nyata ($P > 0,05$), * = berbeda nyata ($P < 0,05$) (uji t)

4.3.2 Gelombang C dan *Potential drop* (Pd)

Aktivitas stilet kutudaun mulai melakukan kontak ke tanaman dengan menusukkan stiletnya maka akan terjadi beberapa kemungkinan gelombang misalnya gelombang tipe C. Sedangkan *potential drop* (Pd) menunjukkan jumlah total dan tusukan rata-rata per aktivitas probing yang dapat mendukung jalur makan di tanaman inang yang berbeda. Seperti dilansir Montano *et al.* (2007), kutudaun kedelai *Aphis glicines* Matsunura menunjukkan kesesuaian inang dengan genotipe buncis dengan jumlah potensial drop yang tinggi dan durasi aktivitas yang lama pada floem dibandingkan dengan tanaman tahan.

Durasi total gelombang C tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara tanaman inang, menunjukkan bahwa kutudaun pisang dan keladi memiliki durasi jalur yang sama untuk semua tanaman inang yang diuji sebelum mencapai xilem atau floem. Meskipun jumlah probe pendek sama dengan aktivitas *non-probing* pada kedua kutudaun pisang dan keladi dimana jumlah tertinggi ditemukan pada tanaman talas dan paling sedikit pada pisang kultivar kepok.

Pada jumlah dan rata-rata *potential drop* kedua spesies kutudaun pisang dan keladi sering terjadi pada pisang, diikuti oleh tanaman talas. Sementara pada tanaman sri rejeki memiliki jumlah *potensial drop* sangat rendah (Tabel 7). Aktivitas *potential drop* kemungkinan memiliki hubungan yang erat dengan tanaman inang yang sesuai atau tidak pada kutudaun. Hasil ini sesuai dengan Tosh *et al.* (2001); Kordan *et al.* (2008), melaporkan bahwa *A. pisum* menerima atau menolak tanaman inang aslinya maupun bukan dari deteksi kimiawi dan fisik yang berbeda pada jaringan epidermis dan mesofil tanpa mencapai floem.

Tabel 7 Perilaku makan *Pentalonia* pada fase non-floem selama 10 jam

Parameter	Spesies	Tanaman inang (rata-rata ± SE)			
		Pisang cv. kepok	Pisang cv. mas	Talas	Sri rejeki
Total waktu <i>probing</i> (TPr; menit)	P. n	539,4 ± 28 a	522,1 ± 28 ab	393 ± 47 b	420 ± 80,9 ab
	P. c	569,4 ± 10 a	478,8 ± 17 b	467 ± 40 b	479 ± 45,4 ab
	P	0,373 ^{NS}	0,207 ^{NS}	0,291 ^{NS}	0,734 ^{NS}
Jumlah C (NC; frekuensi)	P. n	14,8 ± 4,9 a	12,6 ± 4,0 a	15,6 ± 6,0 a	7,2 ± 1,5 a
	P. c	7 ± 0,9 a	19,6 ± 4,9 a	17,6 ± 5,3 a	8,6 ± 1,1 a
	P	0,301 ^{NS}	0,366 ^{NS}	0,823 ^{NS}	0,425 ^{NS}
Jumlah <i>probing</i> singkat C<3 menit (NCLess3m; menit)	P. n	6,6 ± 3,3 a	4,8 ± 2,6 a	7,2 ± 3,8 a	1,8 ± 0,7 a
	P. c	0,6 ± 0,4 ab	5,6 ± 2,2 b	11 ± 3,6 a	2,0 ± 0,9 b
	P	0,101 ^{NS}	0,8330 ^{NS}	0,400 ^{NS}	1,00 ^{NS}
Total durasi C (TC; menit)	P. n	358,4 ± 38,8 a	300,3 ± 83 a	357 ± 49 a	416 ± 81,5 a
	P. c	460,6 ± 47,7 a	355,7 ± 35 a	373 ± 69 a	412 ± 49,3 a
	P	0,140 ^{NS}	0,565 ^{NS}	0,861 ^{NS}	0,963 ^{NS}
% waktu digunakan di C	P. n	67 ± 7,8 bc	59,9 ± 16 c	91,1 ± 6 ab	99 ± 0,8 a
	P. c	81 ± 7,4 a	73,7 ± 5,4 a	79,6 ± 11,5 a	87 ± 8,5 a
	P	0,403 ^{NS}	1,00 ^{NS}	0,666 ^{NS}	0,724 ^{NS}
Jumlah Pd (NPd; frekuensi)	P. n	57,4 ± 27,8 a	94,2 ± 32 a	21,2 ± 12 b	3,0 ± 2,3 b
	P. c	73,0 ± 17 b	81,6 ± 27 a	30,6 ± 6,9 b	6,4 ± 3,6 c
	P	0,050 ^{NS}	0,698 ^{NS}	0,249 ^{NS}	0,491 ^{NS}
Rataan Pd per <i>probing</i> (AvPd; rata-rata)	P. n	7,6 ± 4,8 ab	17 ± 7,3 a	2,1 ± 1 bc	0,5 ± 0,4 c
	P. c	15 ± 3,5 a	6 ± 2 ab	3,2 ± 1,4 b	0,8 ± 0,4 c
	P	0,115 ^{NS}	0,222 ^{NS}	0,326 ^{NS}	0,503 ^{NS}

P. n: *P. nigronevosa*; P.c: *P. caladii*

Rataan diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris, berbeda nyata antar spesies pada LSD-Fisher $\alpha = 0,05$; SE = galat baku

Rataan pada kolom yang sama membandingkan kutudaun pisang (K.c) dengan kutudaun keladi pada tanaman inang), NS= tidak berbeda nyata ($P > 0,05$), * = berbeda nyata ($P < 0,05$) (uji t)

4.3.3 Aktivitas Fase Xilem

Aktivitas stilet pada xilem menunjukkan kutudaun memperoleh air pada tanaman. Berdasarkan Tabel 8 aktivitas xilem paling sedikit dari kedua spesies kutudaun pisang dan keladi tersebut pada tanaman sri rejeki. Hal tersebut dapat mengindikasikan kutudaun pisang dan keladi sulit untuk menjangkau xylem untuk memperoleh air. Sehingga sri rejeki menunjukkan tidak sesuai pada kutudaun pisang dan keladi. Kutudaun pisang pada talas menunjukkan aktivitas pada xylem rendah. Tetapi, pada kutudaun keladi menunjukkan tinggi pada aktivitas xylem. Kegiatan *probing* (C, G, Pd, dan E) dapat menentukan kesesuaian tanaman inang (Tjallingii dan Mayoral 1992; Prado dan Tjallingii 2007).

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

Tabel 8 Perilaku makan *Pentalonia* pada gelombang G selama 10 jam

Parameter	Spesies	Tanaman inang (rata-rata ± SE)			
		Pisang cv. kepok	Pisang cv. Mas	Talas	Sri rejeki
Jumlah G (NG; frekuensi)	P. n	1,2 ± 0,6 a	1,6 ± 0,7 a	0,4 ± 0,4 a	0,2 ± 0,2 a
	P. c	1,0 ± 0,5 b	2,6 ± 0,6 a	0,4 ± 0,2 b	0,4 ± 0,2 b
	P	0,912 ^{NS}	0,179 ^{NS}	0,796 ^{NS}	0,600 ^{NS}
Total durasi G (TG; menit)	P. n	114 ± 56 a	61 ± 18 ab	11,0 ± 11 b	2,8 ± 2,8 b
	P. c	64 ± 38 a	62 ± 26 a	31,1 ± 19 a	67 ± 44 a
	P	0,829 ^{NS}	0,834 ^{NS}	0,440 ^{NS}	0,440 ^{NS}
% waktu tergunakan di G (PG)	P. n	21 ± 9,9 a	12,2 ± 3,7 ab	3,1 ± 3,1 b	0,9 ± 0,9 b
	P. c	11 ± 6,5 a	13,2 ± 5,4 a	7,5 ± 4,7 a	13 ± 8,5 a
	P	0,666 ^{NS}	1,00 ^{NS}	0,607 ^{NS}	0,440 ^{NS}

P. n: *P. nigronevosa*; P.c: *P. caladii*

Rataan diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris, berbeda nyata antar spesies pada LSD-Fisher $\alpha = 0,05$; SE = galat baku

Rataan pada kolom yang sama membandingkan kutudaun pisang (K.c) dengan kutudaun keladi pada tanaman inang), NS= tidak berbeda nyata ($P > 0,05$), * = berbeda nyata ($P < 0,05$) (uji t)

4.3.4 Aktivitas Fase Floem

Jumlah dan durasi pada fase floem sangat penting karena menunjukkan penerimaan jaringan floem untuk dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi. Kedua spesies kutudaun pisang dan keladi pada tanaman sri rejeki memiliki jumlah paling sedikit jumlah dan durasi fase floem. Hal tersebut menunjukkan bahwa kutudaun pisang dan kutudaun keladi tidak sesuai pada tanaman sri rejeki. Jumlah aktivitas makan di floem lebih tinggi pada Famili Musaceae (pisang kultivar kepok dan mas) dibandingkan dengan Araceae (tanaman talas dan sri rejeki). Hasil ini menunjukkan kutudaun pisang dan kutudaun keladi lebih sesuai dengan Famili Musaceae.

Aktivitas pada gelombang E (floem) terbagi menjadi dua, yaitu salivasi air liur secara aktif (E1) dan menghisap cairan/*ingestion* di sel floem secara pasif (E2) (Tjallingii 2006). Menurut Prado dan Tjallingii (1997), pada salivasi terjadi inokulasi virus. Berdasarkan Tabel 9 kedua spesies kutudaun pisang dan keladi pada pisang kultivar mas memiliki jumlah dan durasi yang lebih tinggi di E1. Hal ini menunjukkan bahwa pisang kultivar mas (AA) lebih rentan terserang BBTV dibandingkan kepok (ABB). Genom pisang yang mengandung B seperti ABB dan AAB lebih toleran terhadap transmisi BBTV dibandingkan dengan genom AA dan AAA (Widyastuti dan Hidayat 2005; Niyongere *et al.* 2011). Diketahui bahwa kutudaun pisang dan kutudaun keladi merupakan serangga vektor BBTV (Mathers *et al.* 2020).

Durasi panjang gelombang E2 menunjukkan kutudaun pisang dan kutudaun keladi sesuai pada pisang kultivar kepok dan tanaman talas, berdasarkan konsumsi cairan floem (E2). Menurut Mitler (1957), sel floem memiliki kandungan nutrisi yang dibutuhkan kutudaun seperti glukosa dan asam amino. Kandungan nutrisi ini terlibat dalam kesesuaian inang untuk pertumbuhan dan perkembangan kutudaun pisang dan keladi. Tanaman sri rejeki memiliki durasi gelombang E2 yang lebih rendah, sehingga dianggap sebagai tanaman inang yang tidak sesuai dengan kutudaun pisang dan keladi. Hal itu terjadi kemungkinan dikarenakan kandungan nutrisinya tidak mencukupi

kebutuhan kutudaun pisang dan kutudaun keladi, sehingga kondisi tersebut, menjadikan kutudaun tidak dapat bertahan lama pada tanaman (Caillaud dan Via 2000; Gabrys dan Tjallingii 2002).

Tabel 9 Perilaku makan *Pentalonia* pada sel floem selama 10 jam

Parameter	Spesies	Tanaman (rata-rata ± SE)			
		Pisang cv. kepok	Pisang cv. mas	Talas	Sri rejeki
Floem					
Jumlah E1 (NE1; frekuensi)	P. n	3,0 ± 2,1 a	3,0 ± 1,3 a	1,6 ± 0,9 a	0,4 ± 0,4 a
	P. c	1,6 ± 0,9 b	4,8 ± 1,1 a	1,6 ± 0,7 b	1,2 ± 0,9 b
	P	0,565 ^{NS}	0,321 ^{NS}	1,00 ^{NS}	0,480 ^{NS}
Total durasi E1 (TE1; menit)	P. n	11,8 ± 10,6 a	12,8 ± 7,1 a	9,9 ± 7,9 a	5,7 ± 5,5 a
	P. c	1,9 ± 1,04 a	7,4 ± 2,2 a	2,5 ± 1,0 a	0,7 ± 0,7 a
	P	0,412 ^{NS}	0,511 ^{NS}	0,410 ^{NS}	0,418 ^{NS}
Jumlah E2 (NE2; frekuensi)	P. n	1,6 ± 0,9 ab	2,4 ± 0,9 a	1,0 ± 0,5 ab	0,0 ± 0,0 b
	P. c	1,4 ± 0,7 ab	2,6 ± 0,5 a	1,4 ± 0,6 ab	0,6 ± 0,6 b
	P	0,871 ^{NS}	0,856 ^{NS}	0,628 ^{NS}	-
Total durasi E2 (TE2; menit)	P. n	66,4 ± 34,6 a	152 ± 111,4 a	14,3 ± 12,1 a	0,0 ± 0,0 a
	P. c	45,2 ± 31,1 ab	59 ± 16,6 ab	141,3 ± 72,3 a	5,4 ± 5,4 b
	P	0,663 ^{NS}	0,459 ^{NS}	0,158 ^{NS}	-
Total durasi E (TE; menit)	P. n	78,1 ± 38,2 a	165 ± 111,1 a	24,2 ± 14,1 a	0,7 ± 0,7 a
	P. c	47,2 ± 31,1 ab	67 ± 18,35 ab	143,8 ± 73,0 a	11,1 ± 10 b
	P	0,550 ^{NS}	0,435 ^{NS}	0,183 ^{NS}	0,395 ^{NS}
% waktu tergunakan di E (PE)	P. n	11,7 ± 5,8 a	27,9 ± 18,8 a	5,8 ± 3,4 a	0,1 ± 0,1 a
	P. c	8,1 ± 5,8 a	13,1 ± 4,9 a	12,9 ± 12,5 a	0,1 ± 0,1 a
	P	0,666 ^{NS}	1,00 ^{NS}	0,823 ^{NS}	1,00 ^{NS}

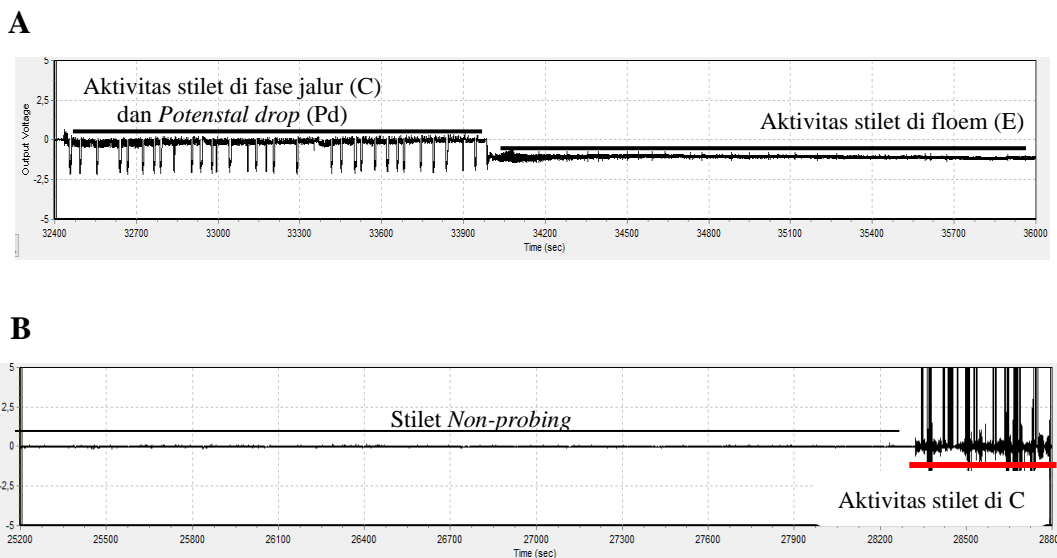
P. n: *P. nigronervosa*; P.c: *P. caladii*

Rataan diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris, berbeda nyata antar spesies pada LSD-Fisher $\alpha = 0,05$; SE = galat baku

Rataan pada kolom yang sama membandingkan kutudaun pisang (K.c) dengan kutudaun keladi pada tanaman inang), NS= tidak berbeda nyata ($P > 0,05$), * = berbeda nyata ($P < 0,05$) (uji t).

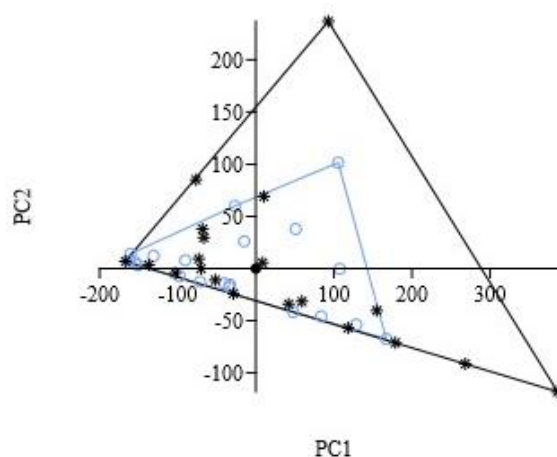
Pada Gambar 13, hasil EPG menunjukkan bahwa kutudaun keladi pada pisang kultivar kepok memiliki jumlah *non-probing* yang rendah, sedangkan jumlah *probing*, *potential drop*, xilem, dan floem tampak normal dibandingkan dengan pada tanaman sri rejeki. Dengan demikian dapat diasumsikan bahwa kutudaun keladi tidak hanya menyukai tanaman talas (*Araceae*) tetapi juga menyukai pisang kultivar kepok (*Musaceae*).

Analisis komponen utama/ *principle component analysis* (PCA) dilakukan untuk mengamati variasi parameter perilaku makan kutudaun pisang dan keladi.



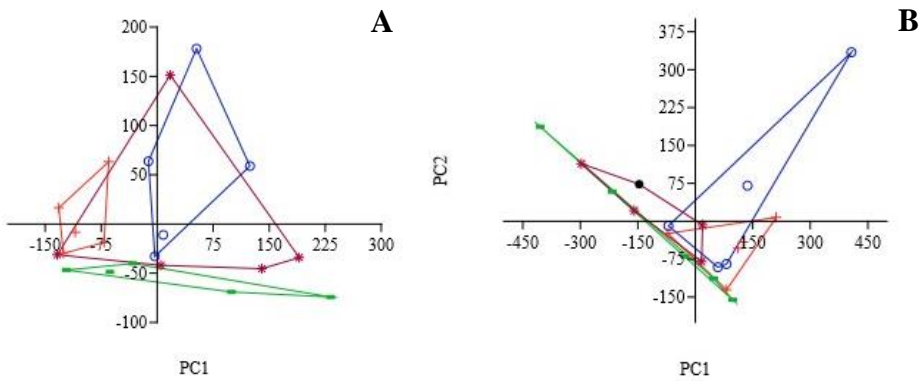
Gambar 13 Representatif jam ke-7 bentuk gelombang EPG kutudaun keladi di (a) Pisang kultivar kepok sebagai tanaman yang sesuai; (b) Tanaman sri rejeki sebagai tanaman inang yang tidak sesuai

Margaritopoulos *et al.* (2000), memisahkan perilaku makan *Aphis gossypii* pada tanaman inang yang berbeda menggunakan teknik analisis multivariat. Hasil PCA menunjukkan bahwa 98% variasi dari lima parameter. Plot kutudaun pisang dan kutudaun keladi menunjukkan tumpang tindih (*Overlapping*) (Gambar 14). Plot tumpang tindih tersebut menunjukkan kemiripan atau tidak berbeda nyata dengan empat jenis tanaman inang yang diujikan. Namun plot kutudaun keladi berada di dalam plot kutudaun pisang. Hal tersebut mengindikasikan bahwa preferensi dan kesesuaian inang kutudaun keladi lebih spesifik atau sensitif dibandingkan kutudaun pisang.



Gambar 14 Hasil PCA gelombang EPG kutudaun pisang dan keladi; (*) kutudaun pisang; (o) kutudaun keladi menggunakan data parameter: durasi total probing, jumlah G (xilem), jumlah E (fase floem), total durasi gelombang E (floem), dan % waktu probing yang dihabiskan di E1

Pada Gambar 15 PC1 dan PC2 menunjukkan plot kutudaun pisang dan kutudaun keladi secara terpisah. Pada kutudaun keladi plot tanaman sri rejeki terpisah dari plot tanaman inang lainnya. Hal ini memberi penegasan bahwa kutudaun keladi pada tanaman sri rejeki tidak sesuai dan berbeda nyata dengan tanaman inang lainnya. Sementara itu plot kutudaun pisang terhadap tanaman inang saling tumpang tindih. Hal tersebut menunjukkan perilaku makan kutudaun pisang tidak ada perbedaan terhadap semua tanaman uji (Gambar 15). Hasil ini menunjukkan bahwa kisaran inang kutudaun pisang lebih luas daripada kutudaun keladi.



Gambar 15 Hasil PCA kutudaun pisang dan keladi terhadap tanaman uji: (+) pisang kultivar kepok; (O) pisang kultivar mas; (-) tanaman sri rejeki; (*) tanaman talas; spesies (a) Kutudaun keladi; (b) Kutudaun pisang menggunakan data parameter: durasi total probing, jumlah G (xilem), jumlah E (fase floem), total durasi gelombang E (floem), dan % waktu probing yang dihabiskan di E1

4.4 Simpulan

Kutudaun pisang dan kutudaun keladi menunjukkan kesesuaian inang pada tanaman pisang kultivar kepok dan tanaman talas. Namun kutudaun pisang dan kutudaun keladi tidak sesuai pada tanaman sri rejeki dan pisang kultivar mas. Meskipun pisang kultivar mas menunjukkan persentase waktu yang dihabiskan dalam fase floem cukup tinggi, tetapi pisang kultivar mas memiliki aktivitas *non-probing* yang tinggi kemungkinan karena adanya senyawa kimia dalam floem.

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

V PEMBAHASAN UMUM

Kutudaun pisang dan kutudaun keladi merupakan spesies kriptik. Berdasarkan hasil pengukuran morfometrik menunjukkan kutudaun pisang dan kutudaun keladi berbeda nyata pada panjang ruas rostrum terakhir. Kutudaun pisang memiliki panjang rostrum ruas terakhir (URS) ($0,146 \pm 0,001$) mm lebih panjang dibandingkan dengan kutudaun keladi ($0,117 \pm 0,000$ mm). Namun ukuran sifunkuli kedua spesies kutudaun pisang dan keladi tidak berbeda nyata (uji $t= 1,76$; $P= 0,09 > 0,05$). Seperti pernyataan dari Footit dan Maw (2019), Footit *et al.* (2010), menyatakan panjang ruas rostrum terakhir antara kutudaun pisang dan kutudaun keladi berbeda namun, sifunkuli hampir sama pada kedua spesies kutudaun pisang dan keladi tersebut.

Kedua spesies kutudaun pisang dan keladi termasuk jenis serangga polifag. Berdasarkan hasil dari uji preferensi inang dengan pilihan inang bebas (*free-choice test*). Kutudaun pisang menyebar aktif pada pisang kultivar kepok, mas, raja, tanaman pacing, dan talas. Namun pada tanaman jahe merah, lengkuas dan sri rejeki tidak ditemukan keberadaan populasi kedua spesies kutudaun pisang dan keladi. Kutudaun pisang memiliki preferensi tinggi pada pisang kultivar kepok. Hasil ini sama seperti pernyataan Suparman *et al.* (2011), kutudaun pisang memiliki preferensi tinggi terhadap pisang kultivar kepok dibandingkan pisang kultivar lainnya. Keberadaan kutudaun keladi terdapat pada pisang kultivar Cavendish, kepok, pisang kultivar mas, raja, dan tanaman talas. Kutudaun keladi menunjukkan preferensi tinggi pada tanaman talas. Pada umumnya kutudaun keladi ditemukan pada tanaman talas (Duay *et al.* 2014). Perpindahan kutudaun pisang dan keladi dari satu tanaman ke tanaman lainnya diduga berpindah menggunakan media perantara (triplek), angin, dan imago bersayap (*alate*). Selama pengamatan ditemukan imago bersayap (*alate*) kutudaun pisang dan kutudaun keladi ditemukan pada beberapa tanaman uji. Diketahui bahwa kutudaun pisang dan kutudaun keladi menjadi serangga vektor BBTV, penyebab penyakit kerdil pisang (Watanabe *et al.* 2013). Pada penelitian ini ditemukan keberadaan imago bersayap kutudaun pisang dan kutudaun keladi mengindikasikan kedua spesies kutudaun pisang dan keladi memiliki potensi yang sama dalam menyebarkan dan menularkan BBTV.

Seperti halnya hasil preferensi, kutudaun pisang menunjukkan kesesuaian inang pada pisang kultivar Cavendish, kepok, mas, raja, tanaman lengkuas, pacing, dan talas. Populasi kutudaun pisang tinggi pada kultivar pisang bergenom ABB (kultivar kepok) dan AAB (kultivar raja). Sedangkan kutudaun keladi menunjukkan preferensi dan kesesuaian inang pada tanaman talas (Araceae) dan pacing (Zingiberaceae). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan populasi kutudaun pisang lebih tinggi dibandingkan dengan kutudaun keladi. Hal tersebut bertolak belakang dengan pernyataan Bhadra dan Agarwala (2010), fekunditas kutudaun keladi lebih tinggi dibandingkan dengan kutudaun pisang. Fenomena tersebut dapat terjadi kemungkinan dikarenakan terdapat faktor kurang mendukung untuk fekunditas pada kedua spesies kutudaun pisang dan keladi tersebut. Secara umum faktor-faktor yang memengaruhi biologi kutudaun ini adalah suhu, nutrisi, tanaman, umur inang, struktur permukaan inang, dan komposisi kimia yang ada pada tanaman, serta adaptasi terhadap lingkungan (Weathersbee dan Hardee 1994; Razmjou *et al.* 2006). Jumlah populasi kutudaun pisang menunjukkan berbeda nyata jika tidak pada Famili Musaceae, seperti Famili

Araceae, Heliconiaceae, dan Zingiberaceae. Begitu juga sebaliknya dengan kutudaun keladi jika pada Famili Musaceae. Sama halnya seperti pernyataan dari Suparman *et al.* (2017), kutudaun pisang berbeda perilaku makan dan pertumbuhannya pada Zingiberaceae dan Araceae.

Teknik EPG digunakan untuk mengkarakterisasi perilaku makan dan interaksi kutudaun keladi dan kutudaun pisang terhadap tanaman uji yang berbeda (Kordan *et al.* 2008; Muller *et al.* 2001; Tosh *et al.* 2001). Perilaku makan kutudaun pisang dan kutudaun keladi lebih mampu mengakses jaringan floem di tanaman talas dibandingkan dengan tanaman sri rejeki. Meskipun menunjukkan aktivitas *non-probing* yang lebih tinggi. Hal tersebut kemungkinan kedua spesies kutudaun pisang dan keladi memiliki perilaku makan mereka yang unik, tetapi begitu kutudaun pisang dan keladi dapat mengakses floem, kutudaun tersebut akan terus menghisap floem secara normal.

Meskipun pisang dilaporkan lebih sesuai oleh kutudaun pisang daripada kutudaun keladi (Bagariang 2018). Hasil EPG ini terlihat bahwa kedua spesies kutudaun pisang dan keladi sesuai pada pisang, ditunjukkan dengan kemampuan yang sama dalam mengakses floem. Bila dibandingkan dengan pisang kultivar mas, laporan dari Suparman *et al.* (2011), pisang kultivar kepok lebih disukai oleh kutudaun pisang. Namun hasil EPG ini menemukan bahwa kutudaun pisang dapat mengakses jaringan floem pisang kultivar kepok dan mas secara normal. Persentase waktu tertinggi dalam fase floem kutudaun pisang terdapat pada pisang kultivar mas. Namun populasi kedua kutudaun pisang dan keladi pada pisang kultivar mas tergolong sedang. Hal tersebut diduga pisang kultivar mas mengandung senyawa kimia di dalam sel floem yang dapat menjadi hambatan kesesuaian inang pada kutudaun pisang maupun kutudaun keladi (Lazzaratto *et al.* 2011). Menurut Hopkins *et al.* (2017), metabolisme sekunder berkaitan dengan interaksi antara serangga dan tanaman yang melibatkan antifeedant. Dalam hal ini, tanggapan yang berbeda dari kesesuaian inang dapat dikaitkan dengan metabolisme sekunder pada gen tumbuhan yang berbeda. Serangga dapat mengenali berbagai gen tanaman inang dengan beberapa cara, antara lain melalui kemoreseptor, manipulasi protein dalam air liur, dan detoksifikasi dengan protein P45021 (Smadja 2012; Jaquierey 2012; Peccoud 2014; Duvaux 2015).

Pada EPG terdapat gelombang E menunjukkan aktivitas stilet dalam sel floem untuk mendapatkan sumber nutrisi. Jumlah dan durasi yang tinggi aktivitas stilet kutudaun pada floem dapat menjadi penentu kesesuaian tanaman inang (Tjallingii 1978). Kutudaun pisang dan kutudaun keladi menunjukkan kesesuaian inang pada pisang kultivar kepok dan tanaman talas. Namun, kedua spesies kutudaun pisang dan keladi tidak menunjukkan kesesuaian inang pada pisang kultivar mas dan tanaman sri rejeki. Aktivitas makan kedua spesies kutudaun pisang dan keladi pada pisang kultivar mas memiliki jumlah dan durasi E1 tinggi dibandingkan pisang kultivar kepok. Mengacu dari pernyataan Prado dan Tjallingii (1994), terdapat dua aktivitas stilet pada floem yaitu *salivation* (E1) dan *ingestion* (E2). *Salivation* (E1) merupakan aktivitas kutudaun dalam inokulasi virus pada tanaman. Kutudaun pisang dan kutudaun keladi pada pisang kultivar mas memiliki tinggi durasi pada jaringan floem. Hal ini mengindikasikan bahwa pisang kultivar mas (AA) lebih rentan terkena penyakit kerdil pisang (BBTV) dibandingkan pisang kultivar kepok (ABB). Pisang kultivar mas merupakan salah satu kultivar yang rentan terinfeksi BBTV (Nurhayati 2003). Walau demikian fenomena populasi kutudaun pisang

tinggi pada genom pisang ABB dan AAB. Menurut Niyongere *et al.* (2011); Widyastuti dan Hidayat (2005), genom B pada pisang seperti ABB dan AAB lebih toleran terhadap tertularnya BBTV dibandingkan dengan kultivar pisang memiliki genom AA dan AAA. Akan tetapi bila semakin tinggi populasi kutudaun pisang dan keladi yang sudah terindikasi BBTV berada dalam genom pisang yang resisten, perlahan waktu dapat merusak pisang tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa adanya potensi yang sama antara kutudaun pisang dan kutudaun keladi untuk menyebarkan BBTV. Disamping itu kutudaun keladi juga dapat menularkan *Cardamom mosaic virus* (Venugopal *et al.* 1999; Siljo *et al.* 2013; Bhat *et al.* 2020). Tanaman sri rejeki menjadi tanaman tidak sesuai terhadap kutudaun pisang dan kutudaun keladi. Kedua spesies kutudaun pisang dan keladi pada tanaman sri rejeki memiliki tinggi total durasi *non-probing* dan rendahnya aktivitas stilet kutudaun pisang dan keladi di jaringan floem. Hal tersebut diduga karena terdapat hambatan mekanik atau fisik pada tanaman sri rejeki (Tjallingi dan Mayoral 1992; Van Helden *et al.* 2000; Le Roux *et al.* 2008; Milenovic *et al.* 2019). Seperti halnya hasil preferensi dan kesesuaian inang, populasi kedua spesies kutudaun pisang dan keladi rendah pada tanaman sri rejeki.

Ringkasnya keseluruhan uji yang telah dilakukan memberikan informasi bahwa kutudaun pisang memiliki kisaran inang yang lebih luas dibandingkan kutudaun keladi. Disamping itu, jumlah populasi kutudaun pisang lebih tinggi daripada kutudaun keladi. Dengan mengetahui kisaran inang kutudaun pisang dan kutudaun keladi dapat menjadikan tanaman inang alternatif untuk mengurangi sumber inokulum BBTV.





VI SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Preferensi inang kutudaun pisang berdasarkan populasi tertinggi terdapat pada pisang kultivar bergenom ABB (kepok), AAB (raja), AA (mas), dan AAA (Cavendish). Sedangkan kutudaun keladi menunjukkan preferensi inang pada tanaman talas (Araceae) dan pisang kultivar Cavendish (Musaceae).

Kutudaun pisang sesuai pada pisang kultivar bergenom AAB (raja) (Musaceae), tanaman lengkuas (Zingiberaceae), dan talas (Araceae). Sementara, kutudaun keladi sesuai pada tanaman pancing (Zingiberaceae), talas dan pisang kultivar Cavendish. Jumlah populasi kutudaun pisang secara keseluruhan lebih tinggi dibandingkan kutudaun keladi.

Perilaku makan kutudaun pisang dan kutudaun keladi menunjukkan kesesuaian inang pada pisang kultivar kepok dan tanaman talas. Kutudaun pisang dan kutudaun keladi tidak menunjukkan kesesuaian inang pada pisang kultivar mas dan tanaman sri rejeki.

6.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengembangan kultivar pisang yang tahan terhadap kutudaun pisang dan kutudaun keladi dan potensi tanaman lain yang dapat menjadi tanaman inang alternatif kutudaun pisang dan kutudaun keladi.

DAFTAR PUSTAKA

- Awmack CS, Leather SR. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annu Rev Entomol.* 47: 817-844. doi: 10.1146/annurev.ento.47.091201.145300.
- Anhalt MD, Almeida RPP. 2008. Effect of temperature. vector life stage and plant access period on transmission of *Banana bunchy top virus* to banana. *J Phytopathol.* 98:743-748. doi:10.1094/PHYTO-98-6-0743.
- Alyokhin A, Drummond FA, Sewell G, Storch RH. 2011. Differential effect of weather and natural enemies on coexisting aphid populations. *Environ Entomol.* 40(3): 570-580. <https://doi.org/10.1603/EN10176>.
- Bagariang W. 2018. Aphids infesting banana in Java: identification, morphometric, host range, and population density [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Blackman RL, Eastop VF. 2000. *Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide*. London (UK): The Natural History Museum.
- Bhadra P, Agarwala B. 2010. A comparison of fitness characters of two host plant-based congeneric species of the banana aphid *Pentalonia nigronervosa* and *P. caladii*. *J Insect Sci.* 10 (140): 1-13. doi: insectscience.org/10.140.
- Bhadra P, Agarwala B. 2012. On the morphological and genotypic variations of two congeneric species of banana aphid *Pentalonia* (Homoptera: Aphididae) from India. *J Advance In Life Scien.* 2(3): 75-81. doi:10.5923/j.als.20120203.06.
- Bhat AI, Pamitha NS, Naveen KP, Biju CN. 2020. Identification and characterization of cardamom vein clearing virus, a novel aphid-transmitted nucleorhabdovirus. *J Plant Pathol.* 156: 1053-1062. doi: 10.1007/s10658-020-01958-2.
- Biale H, Mendel Z, Soroker V. 2017. Insect associated with the banana aphid *Pentalonia nigronervosa* Coquerel (Hemiptera: Aphididae) in banana plantation with special emphasis on the ant community. *Phytoparasitica.* 45:361-372. doi: 10.1007/s12600-017-0592-z.
- Borror DJ, Delong DM. 1996. *An Introduction to the Study of Insects*. Third Ed. Holt. New York (US) Rinehart and Winston Inc.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2018. *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan*. Jakarta. Badan Pusat Statistik.
- Caillaud MC, Via S. 2000. Specialized feeding behaviour influences both ecological specialization and assortative mating in sympatric host races of pea aphids. *Am Nat.* 156: 606-621. doi: 10.1086/316991.
- Cahyono B. 2016. *Sukses Budidaya Pisang di Pekarangan dan Perkebunan*. Yogyakarta (ID): Lily Publisher.
- Clark KE, Hartley SE, Johnson SN. 2011. Does mother know best? The preference-performance hypothesis and parent-offspring conflict in aboveground- belowground herbivore life cycles. *Ecol Entomol.* 36: 117-124. doi: 10.1111/j.1365-2311.2010.01248.x.
- Date P, Gall AC, Diefendorf AF, Rollmann SM. 2017. Population differences in host plant preference and the importance of yeast and plant substrate to volatile composition. *Ecol and Evolut.* 7: 3815-3825. doi:10.1002/ece3.2993.

- Dixon AFG, Dharma TR. 1980. Spreading of the risk in developmental mortality: size, fecundity and reproductive rate in the black bean aphid. *Ent Exp Appl*. 28: 301-312. doi: 10.1111/j.1570-7458.1980.tb03030.x.
- Duay JAM, Miller RH, Wall GC, Pike KS, Footitt RG. 2014. *Pentalonia nigronervosa* Coquerel and *P. caladii* van der Goot (Hemiptera: Aphididae) and their relationship to *Banana bunchy top virus* in Micronesia. *Pacific Sci*. 68(3): 359-364. doi:10.2984/68.3.5.
- Duvaux L. 2015. Dynamics of copy number variations in host races of the pea aphid. *Mol Biol Evol*. 32: 63-80. doi: 10.1093/molbev/msu266.
- Eastop VF. 1966. A taxonomic study of Australian Aphidoidea (Homoptera). Australian. *J Zool*. 14: 399-592. doi: 10.1071/ZO9660399.
- EL-DougDoug KA, Hazaa MM, Hanaa GHA, EL-Maaty SA. 2006. Eradication of banana viruses from naturally infected banana plants. 1-Biological dan molecular detection of cucumber mosaic virus and *Banana bunchy top virus* in naturally infected banana plants. *J Appl Sci Res*. 2(12): 1156-1163. <https://www.Researchgate.net/publication/242243263>.
- Fish S. 1970. The history of plant pathology in Australia. *Annu Rev Phytopathol*. 8:13-36. doi: 10.1146/annurev.py.08.090170.000305.
- Ferrari J, Charler H, Godfray J, Faulconbridge AS, Prior K, Via S. 2006. Population differentiation and genetic variation in host choice among pea aphids from eight host plant genera. *Evolution*. 60(8): 1574-1584. doi: 10.1111/j.00143820.2006.tb00502.x .
- Footitt RG, Maw HEL. 2019. Geographic distribution, host preferences and molecular diversity within the genus *Pentalonia* (Hemiptera: Aphididae). *Zootaxa*. 4701(4): 389-391. doi: 10.11646/zootaxa.4701.4.4.
- Footitt RG, Maw HEL, Pike KS, Miller RH. 2010. The identity of *Pentalonia nigronervosa* and *P. caladii* van der Goot (Hemiptera: Aphididae) based on molecular and morphometric analysis. *Zootaxa*. 2358:25-28. doi: 10.11646/zootaxa.2358.1.2.
- Gabrys B, Tajallingii WF. 2002. The role of sinigrin in host plant recognition by aphids during initial plant penetration. *Entomol Exp Appl*. 104: 89-93. doi: 10.1046/j.1570-7458.2002.00994.x.
- Galambao MB. 2011. The population genetics of *Pentalonia nigronervosa* and *P. caladii* (Hemiptera: Aphididae) in Hawaii [thesis]. Honolulu (US): University of Hawaii.
- Greenwell AM. 2012. Life table study of *Pentalonia nigronervosa* & *P. caladii* on banana & vector transmission of *Banana bunchy top virus* (BBTV) [tesis]. Honolulu: University of Hawaii.
- Hafner G, Harding RM, Dale JL. 1995. Movement and transmission of *Banana bunchy top virus* DNA component one in bananas. *J Gen Virol*. 76:2279-2285. doi: 10.1099/0022-1317-76-9-2279.
- Hara A, Duponte RN. 2015. *Hawai'i landscape plant pest guide: sucking insect*. *Insect Pest*. Hawai (HI): University of Hawai'i at Manoa.
- Hapsari L, Azrianingsih R, Arumingtyas EL. 2015. Keragaman dan kekerabatan genetik pisang (*Musa L.*) di Jawa Timur berdasarkan sekuen daerah internal transcribed spacer [tesis]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Hu JS, Xu MQ, Wu ZC, Wang M. 1993. Detection of *Banana bunchy top virus* in Hawaii. *Plant Dis*. 77:952. doi: 10.1094/PD-77-0952D.

- Hooks CRR, Wright MG, Kabasawa DS, Manandhar R, Almeida RPP. 2008. Effect of *Banana bunchy top virus* infection on morphology and growth characteristics of banana. *Ann Appl Biol.* 153:1-9. doi:10.1111/j.1744-7348.2008.0023.x.
- Hopkins DP, Camero DD, Butlin RK. 2017. The chemical signatures underlying host plant discrimination by aphids. *Nature.* 7: 8494. doi: 10.1038/s41598-017-07729-0.
- Jaquiere J. 2012. Genome scans reveal candidate regions involved in the adaptation to the host plant in the pea aphid complex. *Molecul Ecol.* 21: 5251-5264. doi: 10.1111/mec.12048.
- Johnson B. 1959. Ants and form reversal in aphids. *Nature.* 184: 740-741. doi: 10.1038/18740a0.
- Jones RT, Bressan A, Greenwell AM, Fierer N. 2011. Bacterial communities of two parthenogenetic aphid species colonizing two host plants across the Hawaiian Islands. *Appl Environ Microbiol.* 77: 8345-8349. doi:10.1128/AEM.05974-11.
- Kaakeh W, Dutcher JD. 1993. Effect of rainfall on population abundance of aphids (Homoptera: Aphididae) on pecan. *J. Entomol Sci.* 28(3): 283-286.
- Karowe DN. 1990. Predicting host range evolution: colonization of *Coronilla varia* by *Colias philodice* (Lepidoptera: Pieridae). *Evolution.* 44: 1637-1647.
- Klingauf F. 1987. Host plant finding and acceptance. Dalam: *Aphids. Their Biology. Natural Enemies and Control.* Volume ke-2. Minks dan Harrewijn P, editor. Amsterdam (AMS): Elsevier.
- Kuswanto, Budi W. 2007. Model pendugaan jumlah aphid (*A. craccivora* Koch) secara *in situ* pada tanaman kacang panjang (*Vigna sesquipedalis*). *J Ilmu Pertan Indones.* 14(1): 69-77. doi: 1411-0067.
- Kordan B, Gabrys B, Dancewicz K, Lahuta LB, Piotrowicz-Cieslak A, Rowińska E. 2008. European yellow lupine, *Lupinus luteus*, and narrow-leaf lupine, *Lupinus angustifolius*, as hosts for the pea aphid. *Acyrtosiphon pisum*. *Entomol Exp Appl.* 128: 139-146. doi: 10.1111/j.1570-7458.2008.00702.x.
- [KEMENTAN] Kementerian Pertanian. 2016. *Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura.* Jakarta (ID): Kementan.
- Kemp H. 2011. Investigating the effect of plant amino acid transporters AtAAP1 dan AtAAP2 on aphid-plant interaction [disertasi]. Inggris (UK): The University of Birmingham.
- Lazzarotto CM, Lazzari SMN, Penteadó SRC. 2011. Feeding behavior of two exotic aphid species on their original hosts in a new invaded area. *Neotrop Entomol.* 40(3): 316-321. doi: 10.1590/S1519-566X2011000300005.
- Lees AD. 1966. The production of the apterous and alate forms in the aphid *Megoura viciae* buckton with special reference the role of crowding. *J Insect Physiol.* 13: 289-318. doi: 10.1016/0022-1910(67)90155-2.
- Le Roux, Dugravot VS, Campan E, Dubois F, Vincent C, Giordanengo P. 2008. Wild solanum resistance to aphids: antixenosis or antibiosis? *J Econ Entomol.* 101:584591.doi:10.1603/00220493(2008)101[584:wsrtaa]2.0.co;2.
- Luccini T, Panizzi AR. 2017. Electropenetrography (EPG): a breakthrough tool unveiling stink bug (*Pentatomidae*) feeding on plants. *Neotrop Entomol.* 1: 6-18. doi: 10.1007/s13744-017-0574-3.



- Magee CJP. 1953. Some aspects of banana bunchy top disease and other *Musa* spp. *J Proc R Soc N S W*. 87: 3-18. doi: 20057008103.
- Maharani Y. 2018. Deskripsi spesies dan pengembangan kunci identifikasi kutudaun (Hemiptera: Aphididae) di Jawa Barat [disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Margaritopoulos JT, Tsitsipis JA, Zintzaras E, Blackman RL. 2000. Host-correlated morphological variation of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) populations in Greece. *Bull Entomol Res*. 90:233-244. doi: 10.1017/s0007485300000353.
- Mathers TC, Mugford ST, Hogenhout SA, Tripathi L. 2020. Genome sequence of the banana aphid, *Pentalonia nigronervosa* Coquerel (Hemiptera: Aphididae) and its symbionts. *Genes Genome Genetics*. 10: 4315-4321. doi:10.1534/g3.120.401358.
- Mayhew PJ. 2001. Herbivore host choice and optimal bad motherhood. *Trends Ecol Evol*. 16: 165–167. doi: 10.1016/s0169-5347(00)02099-1.
- McCornack B, Ragsdale D, Venette R. 2004. Demography of soybean aphid (Homoptera: Aphididae) at summer temperatures. *J Econ Entomol*. 97(3):854861. doi:10.1603/00220493(2004)097[0854:DOSAHA]2.0.CO;2.
- McLean DL, Kinsey MG. 1964. A technique for electrically recording aphid feeding and salivation. *Nature*. 202:1358-1359. doi: 2021358a0.
- Megia R. 2005. *Musa* sebagai model genom. *HAYATI J Biosci*. 12(4):167-170. doi: 10.1016/S1978-3019(16)30346-1.
- Mittler TE. 1957. *Studies on the feeding and nutrition of Tuberolachnus salignus (Gmelin) (Homoptera. Aphididae). I. The uptake of phloem sap*. Cambridge (UK): University of Cambridge.
- Miller R, Duay JAM, Pike KS, Maw E, Foottit R. 2014. Review and key to aphids (Hemiptera: Aphididae) in Micronesia. *Pacific J Sci*. 68(4):479-492. doi: 10.2984/68.4.3.
- Müller CB, Williams IS, Hardie J. 2001. The role of nutrition, crowding and interspecific interactions in the development of winged aphids. *Ecol Entomol*. 26: 330-340. doi: 10.1046/j.1365-2311.2001.00321.x.
- Milenovic M, Wosula EN, Rapisarda C, Legg JP. 2019. Impact of host plant species and whitefly species on feeding behavior of *Bemisia tabaci*. *Front Plant Sci*. 10:1-14. doi: 10.3389/fpls.2019.00001.
- Mille C, Jourdan H, Cazes S, Maw E, Foottit R. 2020. New data on the aphid (Hemiptera, Aphididae) fauna of new Caledonia: some new biosecurity threats in a biodiversity hotspot. *Zookeys*. 943: 53-89. doi:10.3897/zookeys.943.47785.
- Montllor CB, Tjallingii WF. 1989. Stylet penetration by two aphid species on susceptible and resistant lettuce. *Entomol Exp Appl*. 52: 103-111. doi: 10.1111/j.1570-7458.1989.tb01256.x.
- Morgan D, Walters KFA, Aegerter JN. 2001. Effect of temperature and cultivar on pea aphid. *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae) life history. *Bull Entomol Res*. 91: 47-52. doi: 10.1079/BER200062.
- Montano JD, Reese JC, Louis J, Campbell LR, Schapaugh WT. 2007. Feeding behavior by the soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) on resistant and susceptible soybean genotypes. *J Econ Entomol*. 100(3): 984-989. doi: 10.1603/0022-0493(2007)100[984:FBBTSA]2.0.CO;2.

- [NASS] National Agricultural Statistics Service. 2016. *Hawaii Bananas Annual Summary*. (<http://www.Nass.usda.gov/>).
- Niyongere C, Ateka E, Losenge T, Blomme G, Lepoint P. 2011. Screening Musa genotypes for banana bunchy top disease resistance in Burundi. *Acta hort.* 439-448. doi: 10.17660/ActaHortic.2011.897.60.
- Ngatat S, Hanna R, Kumar PL, Gray SM, Cilia M, Ghogomu R, Fontem DA. 2017. Relative susceptibility of *Musa* genotypes to banana bunchy top disease in Cameroon and implication for disease management. *Crop Protect.* 101:116-122. doi: 10.1016/j.cropro.2017.07.018.
- Nordam D. 2004. *Aphids of Java. Part VI: Aphidini (Homoptera: Aphididae)*. Leiden (NL): Zoologische Verhandelingen.
- Nurhadi A, Setyobudi L. 2000. Status of banana and citrus viral diseases in Indonesia. Di dalam: Molina AB, Roa VN, Bay-Petersen J, Carpio At, Joven JEA. editor. *Managing Banana and Citrus Diseases*. Proceedings of a Regional Workshop on Disease-free Planting Materials; Davao City (Philippines). 1998 Okt 14-16. Davao City: International Plant Genetic Resources Institute. Hlm 135-148.
- Nurhayati E. 2003. Incidence of banana bunchy top disease in west java, Indonesia. *J per tan indones.* 9(3): 81-86. doi: 10.22146/jpti.12239.
- Okolle JN, Mashor M, Ahmad AH. 2006. Spatial distribution of banana skipper (*Erionota thrax* L.) (Lepidoptera: Hesperiiidae) and its parasitoids in a Cavendish banana plantation, Penang, Malaysia. *J Insect Sci.* 13:381-389. doi: 10.1111/j.1744-7917.2006.00107.x.
- Pillay M, Tenkouano A. 2011. *Banana Breeding: Progress and Challenges*. Boca Raton, Florida (USA): CRC Press.
- Pinili MS, Nagashima I, Dizon TO, Natsuaki KT. 2013. Cross-transmission and new alternate host of *Banana bunchy top virus*. *Trop Agr Develop.* 57(1): 1-7. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsta/57/1/57_1/pdf.
- Ploetz RC, Kepler AK, Daniells J, Nelson SC. 2007. *Banana and Plantain: Overview with Emphasis on Pacific Island Cultivars*. Elevitch CR. editor. Hawai'i (US): Permanent Agriculture Resources.
- Prado E. 1997. Aphid-plant interactions at phloem level. a behavioural study [disertasi]. Netherland: Wageningen University.
- Prado E, Tjallingii WF. 1994. Aphid activities during sieve element punctures. *Entomol Exp Appl.* 72: 157-165. doi: 10.1111/j.1570-7458.1994.tb01813.x.
- Prado E, Tjallingii WF. 1997. Effects of previous plant infestation on sieve element acceptance by two aphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 82: 189-200. doi: 10.1023/A:1002952806375.
- Prado E, Tjallingii WF, 2007. Behavioral evidence for local reduction of aphid-induced resistance. *J of Insect Scien.* 7(1) :48. doi: 10.1673/031.007.4801.
- Prasetyo J, Sudiono. 2004. Pemetaan persebaran penyakit bunchy top pada tanaman pisang di Provinsi Lampung. *J HPT Tropika.* 4(2): 94-101. doi: 10.23960/j.hptt.2494-101.
- Prager SM, Equivel I, Trumble JT. 2014. Factors influencing host plant choice and larval performance in *Bactericera cockerelli*. *Plus One.* 9(4): 1-9. doi:10.1371/journal.pone.0094047.

- Rajan P. 1981. Biology of *Pentalonia nigronervosa* f. *caladii* van der Goot vector of 'katte' disease of cardamom. *J Plant Crops*. 9(1):34-41. doi: 19820590427.
- Razmjou J, Moharramipour S, Fathipour Y, Mirhoseini SZ. 2006. Effect of cotton cultivar on performance of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) in Iran. *J Econ Entomol*. 99: 1820-1825. doi: 10.1603/0022-0493-99.5.1820.
- Recatala V, Tjallingii W. 2015. A new application of the *electrical penetration graph* (EPG) for acquiring and measuring electrical signal in phloem sieve element. *J Vis Exp*. 101:1-8. doi: 10.3791/52826.
- Robson JD, Wright GM, Almeida PPR. 2007. Biology of *Pentalonia nigronervosa* (Hemiptera. Aphididae) on banana using different rearing methods. *J Environ Entomol*. 36 (1): 46-52. doi: 10.1603/0046-225X(2007) 36[46].: BOPNHA]2.0.CO;2.
- Salsabillah V. 2018. Pengaruh kitosan terhadap perilaku makan kutudaun *Myzus* sp. pada caisin [skripsi]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Sandanayaka WRM, Charles JG, dan Froud KJ. 2017. Potensial use of *Electrical penetration graph* (EPG) technology for biosecurity incursion response decision making. *New Zealand Plant Protect*. 70: 1-15. doi: 10.30843/nzpp.2017.70.18.
- Suparman, Gunawan B, Pujiastuti Y, Cameron RR. 2017. Alternative hosts of banana aphid *Pentalonia nigronervosa* coquerel (Hemiptera: Aphididae) the vector transmitting *Banana bunchy top virus*. *J Adv Agric Tech*. 4:354-359. doi: 10.18178/JOAAT.4.4.354-359.
- Suparman, Nurhayati, Setyawati A. 2011. Preferensi dan Kecocokan Inang *Pentalonia nigronervosa* (Hemiptera: Aphididae) terhadap Berbagai Varietas Pisang. *J Entomol Indones*. 2:73-84. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/entomologi/article/view/6102>
- Siljo A, Bhat AI, Biju CN. 2013. Analysis of variability in *Cardamom mosaic virus* isolates occurring in India using symptomatology and coat protein gene sequence. *J of Spices and Aromatic crops*. 22(1): 70-75. Corpus ID: 54655771.
- Smadja CM. 2012. A large-scale candidate gene scan reveals the role of chemoreceptor genes in host plant specialization and speciation in the pea aphid. *Evolution*. 66: 2723-2738. doi: 10.1111/j.1558-5646.2012.01612.x.
- Sтары P, Stechmann HD. 1990. *Ephedrus cerasicola* Stary (Hymenoptera: Aphidiidae) a new biocontrol agent of the banana aphid *Pentalonia nigronervosa* Coq. (Homoptera: Aphididae). *J Appl Entomol*. 109:457-462. doi: 10.1111/j.1439-0418.1990.tb00076.x.
- Soffan A, Aldawood SA. 2015. *Electrical penetration graph* monitored feeding behavior of cowpea aphid. *Aphis craccivora* Koch. (Hemiptera: Aphididae), on faba bean, *Vicia faba* L. (Fabaceae) cultivars. *Turk Entomol*. 39 (4): 401-411. doi: 10.16970/ted.16177.
- Tiwari AK, Singh R. 2016. Effect of host plants on the morphology of green peach aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *J Zool Invest*. 2(1): 133-146. <https://www.researchgate.net/publication/308200661>.
- Tjallingii WF. 1978. Electronic recording of penetration behaviour by aphids. *Ent Exp Appl*. 24: 721-730. doi: 10.1111/j.1570-7458.1978.tb02836.x.

- Tjallingii WF. 2006. Salivary secretions by aphids interacting with proteins of phloem wound responses. *J of exp bot.* 57(4): 739-745. doi: 10.1093/jxb/erj088.
- Tjallingii WF, Easch TH. 1993. Fine-structure of aphid stylet routes in plant-tissues in correlation with EPG signals. *Physiol Entomol* 18: 317-328. doi: 10.1111/j.1365-3032.1993.tb00604.x.
- Tjallingii WF, Mayoral A. 1992. Criteria for host acceptance by aphids. In Menken SBJ, Visser JH, Harrewijn P (eds) Proceedings 8th Int. Symp. Insect-plant relationships Kluwer Acad. Publ. Dordrecht, Netherlands. Hlm 280-282.
- Tosh C, Walters KFA, Douglas AE. 2001. On the mechanistic basis of plant affiliation in the black bean aphid (*Aphis fabae*) species complex. *Entomol Exp Appl.* 99:121-125. doi: 10.1046/j.1570-7458.2001.00809.x.
- Van Helden M, Tjallingii WF, Walker GP, Backus EA. 2000. Experimental design and analysis. In EPG experiments with emphasis on plant resistance research. Principles and applications of electronic monitoring and other techniques in the study of homopteran feeding behavior. Thomas Say Publications in Entomology. *Entomol Soc Am.* Lanham. Hlm 144-171.
- Venugopal MN, Mathew MJ, Anandaraj M. 1999. Breeding potential of *Pentalonia nigronervosa f. caladii* Van der Goot (Homoptera: Aphididae) on katte escape cardamom (*Elettaria cardamomum* Maton) plants. *J Spices and Aromatic Crops.* 8(2): 189-191. doi: 571201.
- Weathersbee III AA, Hardee DD. 1994. Abundance of cotton aphids and associated biological control agents on six cotton cultivars. *J Econ Entomol.* 87: 258-265. doi: 10.1093/jee/87.1.258.
- Walker GP. 2000. A Beginner's guide to electronic monitoring of homopteran probing behavior. In: Walker GP, Backus EA. editors. Principles and applications of electronic monitoring and other techniques in the study of homopteran feeding behavior. Proceedings of the symposium at the XIX international congress of entomology. Entomological Society of America. Beijing, China. Hlm 14- 40.
- Watson GW. 2007. *Identification of Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae)*. (US): California Department of Agriculture.
- Watanabe S, Greenwell MA, Bressan A. 2013. Localization, concentration, and transmission efficiency of *Banana bunchy top virus* in four asexual lineages of *Pentalonia* aphids. *Viruses.* 5: 758-775. doi: 10.3390/v5020758.
- Wu RY, Su HJ. 1990. Purification and characterisation of *Banana bunchy top virus*. *J Phytopathol.* 128:153-160. doi: 10.1111/j.1439-.0434.1990.tb.04261.x
- Widyastuti D, Hidayat SH. 2005. Pengaruh waktu infeksi virus kerdil pisang terhadap kerentanan tiga kultivar pisang. *J HPT Tropika.* 5(1): 42-49. doi: 10.23960/j.hppt.1542-49.
- Yasmin T, Haq EU, Khalid S, Malik SA. 1999. Some studies on biology of *Pentalonia nigronervosa* Coquerel the vector of *Banana bunchy top virus*. *Pakistan J Biol sci.* 2(4): 1389-1400. doi: 10.3923/pjbs.1999.1398.1400.





@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di kota Medan, Sumatera Utara pada tanggal 3 Agustus 1995 sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Siswoyo Syahputra dan Ibu Khadijah. Pendidikan sarjana ditempuh penulis pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2018, Penulis diterima sebagai mahasiswi program magister (S-2) pada Program Studi Entomologi, Sekolah Pascasarjana IPB dan menyelesaikannya pada tahun 2021, dengan biaya sendiri. Penulis tergabung di dalam proyek penelitian BBTB kerjasama antara IPB dengan Universitas Queensland melalui Bill and Mellinda Gates Foundation

Penulis pernah bekerja sebagai staf pengajar biologi di SMK Yayasan Yahdi dan Bimbingan Belajar Bima serta Maestro sebagai pengajar biologi selama 9 bulan pada tahun 2017.

Selama mengikuti program S2, penulis aktif menjadi staf akademik dan penelitian pada Forum Mahasiswa Pascasarjana, Bogor Science Club, dan Himpunan Mahasiswa Muslim Pascasarjana IPB. Karya ilmiah berjudul Host Preference *Pentalonia nigronervosa* Coquerel and *P. caladii* van der Goot (Hemiptera: Aphididae) on Various Host Plants telah disajikan pada seminar International E-Conference on Sustainable Agriculture and Farming System. Karya ilmiah tersebut merupakan bagian dari program S-2 penulis.