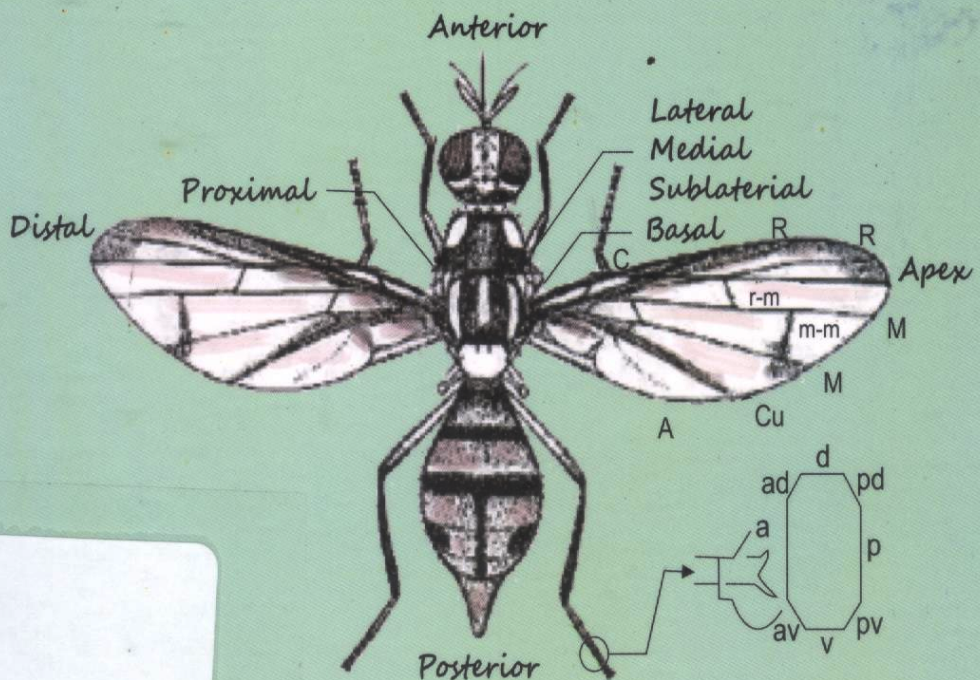


Teknologi Pengendalian Hama Lalat Buah



Penulis:

Prof. Dr. Ahsol Hasyim, M.S.

Dr. Liferdi Lukman, M.Si.

Ir. Wiwin Setiawati, M.S.

TEKNOLOGI PENGENDALIAN HAMA LALAT BUAH

Teknologi Pengendalian Hama Lalat Buah

Penulis:

Prof. Dr. Ahsol Hasyim, M.S.

Dr. Liferdi Lukman, M.Si.

Ir. Wiwin Setiawati, M.S.



Teknologi Pengendalian Hama Lalat Buah

@2020 IAARD PRESS

Hak cipta dilindungi Undang-undang
@IAARD PRESS

Katalog dalam terbitan

HASYIM, Ahsol

Teknologi Pengendalian Hama Lalat Buah/Penulis, Ahsol Hasyim, Liferdi Lukman, Wiwin Setiawati.--Jakarta: IAARD Press, 2020.

x, 88 hlm.: ill.; 21 cm

ISBN 978-602-344-268-7

1. Lalat Buah 2. Pengendalian

I. Judul II. Lukman, Liferdi III. Setiawati, Wiwin

632.75

Diterbitkan oleh:

IAARD PRESS

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jln. Ragunan No. 29, Pasar Minggu, Jakarta 12540

Email: iaardpress@litbang.pertanian.go.id

Anggota IKAPI No. 445/DKI/2012

Pencetakan buku ini dibiayai oleh:

DIPA Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian

Tahun Anggaran 2020

KATA PENGANTAR

Lalat buah merupakan kelompok serangga hama yang banyak menimbulkan kerusakan pada komoditas buah-buahan dan sayuran buah. Serangan lalat buah, selain menyebabkan kehilangan hasil panen, juga berimplikasi terhadap akses pasar komoditas buah-buahan Indonesia di pasar global. Karena serangan spesies lalat buah tertentu, negara pengimpor dapat mengembargo buah-buahan yang kita ekspor atau memaksa produsen untuk memberi perlakuan khusus sehingga menambah pengeluaran.

Di seluruh dunia terdapat 932 spesies lalat buah (suku Dacini) dan sekitar 10% merupakan hama buah-buahan dan sayuran komersial. Di Indonesia terdapat sekitar 90 spesies lalat buah, namun hanya 7 spesies yang tergolong hama penting. Pengenalan terhadap ciri khas, tumbuhan inang, dan biologi dari ketujuh spesies tersebut disajikan secara rinci di dalam buku ini.

Buku *Teknologi Pengendalian Hama Lalat Buah* ini melengkapi buku yang telah ada sebelumnya, yakni *Taksonomi dan Bioekologi Lalat Buah Penting di Indonesia* terbitan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian tahun 2006. Dikatakan melengkapi karena buku ini tidak hanya berisi tentang pengenalan lalat buah, tetapi juga menyajikan secara rinci berbagai teknik pemantauan dan pengendalian lalat buah dengan disertai foto berwarna. Di dalam buku ini juga diuraikan berbagai teknik penanganan pascapanen buah-buahan.

Sesuai dengan judulnya, buku ini diyakini sangat bermanfaat bagi para petugas lapangan dan pelaku perlindungan tanaman hortikultura dalam upaya mengendalikan serangan lalat buah secara efektif, efisien, dan aman terhadap lingkungan.

Bogor, Juli 2020

Profesor Ilmu Serangga
Institut Pertanian Bogor

Prof. Dr. Aunu Rauf, M.Sc.

PRAKATA

Lalat buah memang hantu yang menakutkan bagi pekebun hortikultura (buah-buahan dan sayuran) di seluruh dunia. Secara ekonomis beberapa spesies lalat buah merupakan hama penting yang berasosiasi dengan berbagai buah-buahan dan sayuran tropika. Lalat buah betina dewasa meletakkan telur dengan menyucukkan ovipositor ke dalam buah dan stadia yang merusak buah adalah larva. Larva berkembang di dalam buah, sehingga buah menjadi rusak atau busuk. Kerusakan yang diakibatkan hama ini akan menyebabkan buah gugur sebelum mencapai kematangan yang diinginkan sehingga produksi baik kualitas maupun kuantitasnya menurun. Kerugian akibat serangan hama lalat buah berkisar antara 20–60% bergantung pada jenis buah/sayuran, intensitas serangan, dan kondisi iklim/musim.

Lalat buah dapat menyerang banyak tanaman hortikultura terutama buah-buahan dan sayuran sehingga sulit sekali untuk dikendalikan. Pada cabai, serangan lalat buah, produksi dan mutu buah menjadi rendah, bahkan tidak jarang mengakibatkan gagal panen karena buah menjadi busuk dan berjatuhan ke tanah.

Buku ini berisi tentang pengenalan lalat buah dan berbagai teknik pemantauan dan pengendaliannya dengan disertai foto berwarna. Di dalam buku ini juga diuraikan berbagai teknik penanganan pascapanen buah-buahan, hasil-hasil penelitian tentang teknik monitoring, strategi kebijakan pengendalian hama terpadu (PHT), dan teknologi pengendalian terpadu hama lalat buah. Dari penelitian-penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa teknologi PHT lalat buah seraca teknis

mampu menekan serangan lalat buah dan secara ekonomi menguntungkan petani. Oleh karena itu dengan terbitnya buku ini diharapkan teknologi pengendalian lalat buah dapat tersosialisasikan dan diterapkan oleh petani dan praktisi pertanian, khususnya petani buah-buahan dan sayur-sayuran.

Lembang, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI.....	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TAKSONOMI DAN BIOEKOLOGI LALAT BUAH DI INDONESIA.....	5
2.1. Taksonomi dan Morfologi	8
2.2. Faktor yang Memengaruhi Kehidupan Lalat Buah	11
2.3. Jenis-jenis Lalat Buah Penting di Indonesia	13
BAB 3. TEKNIK MONITORING, STRATEGI, DAN KEBIJAKAN PHT	31
3.1. Pengertian Monitoring	31
3.2. Tujuan Monitoring	31
3.3. Prosedur Monitoring	31
3.4. Metode Monitoring	32
3.5. Teknik Penggunaan Perangkap	33
3.6. Kebijakan	37
3.7. Strategi	38
BAB 4. KOMPONEN TEKNOLOGI PHT LALAT BUAH	41
4.1. Penanganan Prapanen	41
4.2. Penanganan Pascapanen	59
BAB 5. STRATEGI KEBIJAKAN PENGUATAN KARANTINA	63

DAFTAR PUSTAKA	67
INDEKS	79
GLOSARIUM	81
TENTANG PENULIS.....	85

BAB 1.

PENDAHULUAN

Lalat buah memang hantu yang menakutkan bagi pekebun hortikultura. Secara ekonomis, beberapa spesies lalat buah merupakan hama penting yang berasosiasi dengan berbagai buah-buahan dan sayuran tropika.

Lalat buah betina dewasa meletakkan telur dengan menyucukkan ovipositornya ke dalam buah dan stadia hama yang merusak buah adalah larva. Gejala serangan pada buah dimulai saat lalat betina menusukkan ovipositornya ke dalam buah untuk meletakkan telur (Muryati *et al.* 2013). Telur kemudian berkembang menjadi larva dan merusak buah. Buah yang terserang mula-mula tampak bintik hitam kemudian bagian di sekitar bintik berubah menjadi kuning atau cokelat dan lembek. Bercak lalu berkembang menjadi besar sehingga seluruh buah menjadi busuk tanpa ada bagian yang dapat dimanfaatkan. Pada tingkat serangan parah, buah menjadi rusak atau gugur sebelum mencapai kematangan yang diinginkan, sehingga kualitas maupun kuantitas produksi menurun (Hafsi *et al.* 2016; Hasyim *et al.* 2010; Hossain *et al.* 2019; Muryati *et al.* 2013).

Serangan lalat buah dapat menyebabkan kerusakan langsung terhadap 150 spesies tanaman buah dan sayuran di daerah tropis dan subtropis (Alyoklin *et al.* 2000; Bateman 1972; Hafsi *et al.* 2016). Di Indonesia bagian barat, terdapat 89 spesies lalat buah yang termasuk jenis lokal (*indigenous*), tetapi hanya delapan spesies yang termasuk hama penting, yaitu *Bactrocera*

albistrigata Meijere, *B. dorsalis* Hendel, *B. carambolae* Drew & Hancock, *B. papayae* Drew & Hancock, *B. umbrosa* Fabricius, *B. caudata* Fabricius dengan sinonim *B. tau* Walker, *B. cucurbitae* Coquillett, dan *Dacus (Callantra) longicornis* Wiedemann. Pengetahuan tentang jenis lalat buah endemis yang mempunyai potensi sebagai hama perlu dikuasai (Hardy 1983a).

Kerugian atau kehilangan hasil yang disebabkan lalat buah cukup besar (Kalshoven 1981), berkisar antara 30–100%, bergantung pada kondisi lingkungan dan kerentanan jenis buah yang diserang (Dias *et al.* 2018; Ganie *et al.* 2013; Hasyim *et al.* 2010; Kibira *et al.* 2010). Kerusakan buah dan sayuran akibat serangan lalat buah belum banyak dilaporkan secara rinci. Berdasarkan hasil survei di beberapa daerah di Bali dan Jawa Timur, intensitas serangan lalat buah pada mangga bervariasi antara 6,4–70% (Astriyani *et al.* 2016). Sementara intensitas serangan lalat buah di Kediri pada tahun 2002 mencapai 5,1% dan di Pasuruan 5,0% (Himawan 2003). Hasil pengamatan di Jawa Barat dan Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan, tingkat serangan lalat buah pada cabai berkisar antara 10–35% dari jumlah buah yang diamati. Sementara pada buah markisa, kehilangan hasil akibat serangan lalat buah mencapai 40% (Hasyim *et al.* 2008). Adanya variasi tingkat serangan tersebut mengindikasikan bahwa dalam kondisi agroekosistem tertentu, lalat buah secara ekonomi sudah berstatus merugikan pada buah-buahan dan sayuran.

Dalam upaya meningkatkan mutu buah-buahan dan sayuran, pengetahuan tentang taksonomi untuk mengenal jenis-jenis lalat buah dan habitatnya, serta teknologi pengendaliannya diperlukan bagi para petugas maupun pelaku perlindungan tanaman hortikultura agar pengendalian dapat dilakukan secara tepat dan efisien. Kemampuan untuk mengenal berbagai jenis lalat buah beserta tanaman inangnya sangat membantu upaya pengendalian hama tersebut.

Petani buah dan sayuran umumnya masih bergantung pada pestisida sintesis untuk mengendalikan lalat buah, padahal cara ini dapat mencemari lingkungan maupun produk tanaman yang dihasilkan. Oleh karena itu, ketersediaan teknologi pengendalian lalat buah yang ramah lingkungan tidak dapat ditawar lagi agar produk buah terhindar dari cemaran bahan kimia berbahaya, terutama pestisida. Selain ramah lingkungan, teknologi hendaknya juga efektif dan efisien mengendalikan hama serta mudah diterapkan oleh petani di lapangan (Hasyim *et al.* 2015). Teknologi pengendalian lalat buah yang ramah lingkungan meliputi pengendalian secara kultur teknis, fisik/mekanik, biologi, dan kimiawi (dapat digunakan sebagai alternatif terakhir).

Untuk mencegah penyebaran lalat buah antarnegara, berbagai peraturan internasional yang terkait dengan perdagangan produk pertanian telah disepakati. Hal ini mempunyai konsekuensi bagi Indonesia untuk mengikuti peraturan tersebut agar dapat berperan di pasar global. Penerapan *Sanitary and Phytosanitary* (SPS) menjadi keharusan untuk membuka peluang pemasaran produk hortikultura ke mancanegara. Untuk itu, keberadaan daftar jenis lalat buah (*pest list*) yang ditemukan di Indonesia berikut dengan spesimen awetan (*voucher specimen*) menjadi kebutuhan yang sangat penting sebagai salah satu kelengkapan dalam pemasaran produk pertanian di pasar global.

BAB 2.

TAKSONOMI DAN BIOEKOLOGI LALAT BUAH DI INDONESIA

Upaya memenuhi kebutuhan buah untuk menekan impor dan meningkatkan ekspor buah di Indonesia mengalami kendala, salah satunya karena serangan lalat buah. Lebih kurang 75% dari tanaman buah dapat diserang lalat buah (Sutrisno 1991). Untuk mengendalikan hama tersebut, teknik identifikasi sesuai dengan kunci determinasi terbaru perlu disosialisasikan, sehingga petani dapat mengetahui jenis lalat buah yang merusak tanaman dan menimbulkan kerugian secara ekonomi. Pengetahuan taksonomi dan bioekologi lalat buah juga penting sebagai langkah awal agar sasaran pengendalian dan penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) dapat dilakukan secara tepat, efektif, dan efisien.

Di Indonesia bagian barat, terdapat 89 spesies lalat buah yang termasuk jenis lokal (*indiginous*) tetapi hanya delapan jenis yang termasuk hama penting. Delapan jenis lalat buah tersebut yaitu *Bactrocera albistrigata* Meijere, *B. dorsalis* Hendel, *B. carambolae* Drew & Hancock, *B. papayae* Drew & Hancock, *B. umbrosa* Fabricius, *B. caudata* Fabricius, *B. tau* Walker, *B. cucurbitae* Coquillett, dan *Dacus (Callantra) longicornis* Wiedemann (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis-jenis lalat buah penting di Indonesia, sinonim, nama umum, dan sebaran awetan spesimen Koleksi Referensi Spesimen Serangga/KRSS Bogor (Siwi 2004).

Spesies	Sinonim/ simpatrik	Nama umum	Inang	Sebaran/spe- simen awetan
<i>B. carambolae</i> (Drew and Hancock)	<i>B. dorsalis</i> kompleks	<i>Carambola fruitfly</i> , lalat buah belimbing	Belimbing, apel, kluwih	Indonesia, kecuali Papua
<i>B. papayae</i>	<i>B. dorsalis</i> kompleks		Bermacam jenis buah dan sayuran. Pada saat ini lalat buah yang paling ganas	
<i>B. dorsalis</i> (Hendel, 1912)	<i>B. ferrugineus</i> <i>B. conformis</i>	<i>Oriental fruit fly</i>	Jeruk, aprikot, apel, pir, pepaya	Tersebar luas
<i>B.(B.) albistrigata</i> (de Meijere)			Jambu biji, jambu air, jambu bol, nangka	Jawa, Sulawesi, dan Sumatera (White 1992)
<i>B.(Z.) cucurbitae</i> Coquillett		<i>Melon fly</i>	Melon, labu, mentimun, dan lebih dari 125 jenis tanaman famili Cucurbitaceae	Tersebar luas
<i>B. tau</i> (Walker)	<i>B. hageni</i> <i>B. nubilus</i> <i>B.(Z.) caudatus</i>		Mentimun, ceri, dan tanaman famili	Jawa dan Sumatera (White 1992),

	(Fabricius) <i>B. maculipennis</i>		Cucurbitaceae	belum ada di Papua
<i>B. umbrosus</i> Fabricius	<i>B. fasciatipennis</i> <i>D. diffusus</i> <i>D. fascipennis</i> <i>D. frenchi</i> (Froggatt) <i>S. umbrosa</i>	Lalat buah nangka	Kluwih, nangka, cempedak	Tersebar luas
<i>Dacus</i> (<i>Callantra</i>) <i>longicornis</i> Wied	<i>B. vespoides</i> Doleschall <i>C. unifasciata</i>		Berpotensi sebagai hama famili Cucurbitaceae	Ambon, Jawa, Kalimantan, Maluku, dan Sulawesi.

Sumber: Siwi (2004)

B. papayae dan *B. carambolae* termasuk kelompok *dorsalis* spesies kompleks. Pada saat ini juga telah diketahui bahwa *B. dorsalis* merupakan spesies kompleks karena ditemukan banyak *sibling* spesies. Sejumlah spesies merupakan spesies yang banyak merugikan tanaman buah dan sayuran di Asia dan Pasifik, dan *B. papayae* merupakan spesies yang paling merusak.

Spesies yang diidentifikasi sebelumnya sebagai *B. pedestris* (Bezzi) dari Indonesia (Kalshoven 1981) merupakan kesalahan identifikasi dari *B. Papayae*. Hal itu karena *B. pedestris* sangat jarang ditemukan di Indonesia dan spesies itu hanya dilaporkan terdapat di Filipina (White & Hancock 1997).

B. dorsalis (Hendel, 1912) terkenal dengan nama lalat buah oriental, merupakan sinonim dari *B. ferrugineus* dan *B. conformis*. *B. umbrosa* merupakan sinonim dari *B. umbrosus* Fabricius. Sementara tiga spesies yang dilaporkan sebagai *B. caudatus*, *B.*

maculipennis, dan *B. nubilus* merupakan sinonim dari *B. tau* (White & Hancock CABI 1997).

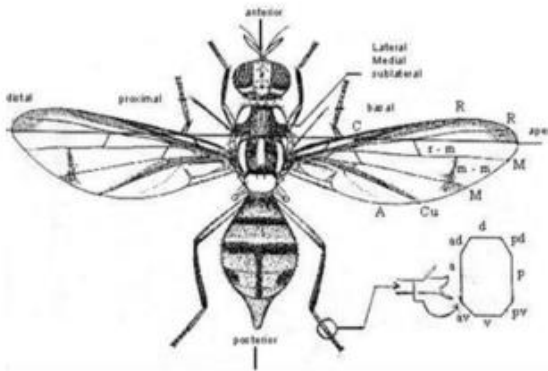
2.1. Taksonomi dan Morfologi

Lalat buah yang tersebar di daerah tropika dan subtropika termasuk ke dalam famili Tephritidae dan subfamili Dacinae. Secara morfologis, jenis lalat buah yang secara ekonomis penting dibagi dalam dua kategori utama (Hardy 1975), yaitu:

1. Genera *Bactrocera* dan *Dacus* (suku Dacini), terdiri atas beberapa spesies. Suku Dacini oleh berbagai penulis dipecah lagi menjadi beberapa subgenera, tetapi umumnya dapat dimasukkan ke dalam tiga subgenera, yaitu:
 - *Dacus* (*Bactrocera*), 7 spesies
 - *Dacus* (*Strumeta*), 6 spesies
 - *Dacus* (*Zeugodacus*), 1 spesies
2. Genera *Anastrepha*, *Ceratitis*, dan *Rhagoletis*.

A. Morfologi Dewasa

Morfologi lalat buah secara garis besar terdiri atas sayap, kepala, toraks, dan abdomen. Anatomi lalat buah imago secara umum dan terminologi penting untuk orientasi taksonomi ditampilkan dalam Gambar 1.

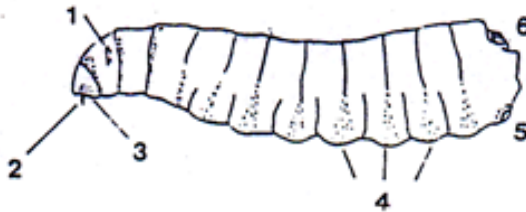


a = anterior; ad = anterodorsal; av = anteroventral; d = dorsal; p = posterior; pd = posterodorsal; pv = posteroventral; v = ventral; c = costa; A = anal; cu = cubitus; M = median; R = radius; r-m = vena melintang; m-m = vena melintang

Gambar 1. Karakteristik morfologi luar imago lalat buah dan beberapa terminologi penting (Sumber: Siwi 2004).

B. Morfologi Pradewasa

Larva sangat bervariasi baik bentuk maupun ukurannya, bergantung pada spesies dan makanan sebagai media untuk perkembangannya. Bentuk larva ramping (*slender*), terdiri atas delapan ruas abdomen dengan ujung belakang meruncing. Panjang larva tidak lebih dari 1 cm dan dapat dikenali dari kemampuannya untuk meloncat. Ciri tersebut merupakan ciri khas larva Diptera. Pada buah yang lunak, larva biasanya hidup di dalam daging buah yang sudah masak atau setengah masak. Larva terdiri atas tiga instar. Larva instar 1 sangat kecil, berwarna jernih dan bening, dengan permukaan seperti bentuk pahatan. Larva instar 2 berwarna putih krem, sementara larva instar 3 sama seperti larva instar 2 namun bentuknya lebih besar. Beberapa terminologi untuk mengenal larva jenis-jenis lalat buah disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Terminologi penting untuk identifikasi lalat buah pradewasa (larva instar 3); 1. spirakel bagian anterior; 2. kait mulut; 3. gigi; 4. alat perayap; 5. lubang anal; 6. spirakel bagian posterior (Sumber: Siwi 2004)

C. Biologi Lalat Buah

Perkembangan lalat buah dari telur sampai imago melalui empat stadium, yaitu telur, larva, pupa, dan imago.

1. Telur

Telur berbentuk bulat panjang berwarna putih dengan ukuran panjang 1–1,2 mm dan lebar kurang lebih 0,21 mm. Telur diletakkan berkelompok di bawah permukaan kulit buah. Lama stadium telur kurang lebih 3 hari.

2. Larva

Larva terdiri atas tiga instar, yaitu instar 1, 2, dan 3. Larva lalat buah mangga instar 1 memiliki panjang tubuh 1–4 mm, instar 2 berkisar 4–7 mm, dan instar 3 panjangnya 7–9 mm. Lama stadium larva berkisar 5–9 hari dengan rerata 7 hari (Sodiq 1993). Warna tubuh larva putih sampai kecokelatan.

3. Pupa

Pupa merupakan stadium yang tidak aktif. Setelah mencapai instar 3, larva akan keluar dari buah lewat lubang kecil dan berwarna hitam. Setelah berada di permukaan kulit buah, larva akan melentingkan tubuhnya dan jatuh ke tanah. Di dalam tanah, larva akan mengerutkan badannya dan membentuk pupa. Pupa berwarna kuning kecokelatan dengan lama stadium 8–12 hari dan rerata 10 hari (Sodiq 1993). Pupa berukuran panjang 4,80 mm dan lebar kurang lebih 2 mm.

4. Imago

Warna tubuh imago umumnya cokelat tua sampai kehitam-hitaman. Lama stadium imago berkisar 2–3 minggu dengan rincian imago betina 23–27 hari dan imago jantan 13–15 hari. Seekor lalat betina dapat bertelur 100–500 butir. Setelah kawin, lalat betina pertama kali meletakkan telur pada 3–8 hari. Nisbah kelamin jantan dan betina adalah 1:1 (Sodiq 1993).

2.2. Faktor yang Memengaruhi Kehidupan Lalat Buah

Kehidupan famili Tephritidae dipengaruhi oleh iklim, suhu, kelembapan, cahaya matahari, angin, tanaman inang, dan musuh alami. Iklim memengaruhi pemencaran, perkembangan, daya bertahan hidup, perilaku, reproduksi, dinamika populasi, dan ledakan hama (Ye *et al.* 2007; Sutanto *et al.* 2017).

A. Iklim

Iklim berpengaruh terhadap perilaku serangga hama, seperti perkawinan dan peletakan telur. Faktor iklim juga berpengaruh pada angka kelahiran, kematian, pertumbuhan populasi, dan penyebaran serangga (Ganie *et al.* 2013).

B. Suhu

Suhu memengaruhi perkembangan, keperidian, lama hidup, dan mortalitas *Bactrocera* spp. (Raghuvanshi *et al.* 2012). Lalat buah umumnya dapat hidup dan berkembang pada suhu 10–30 °C. Pada suhu 5–30 °C, telur lalat buah dapat menetas dalam waktu yang singkat, yaitu 30–36 jam.

C. Kelembapan Udara

Kelembapan udara berpengaruh terhadap keperidian lalat buah. Kelembapan yang rendah dapat menurunkan keperidian lalat buah dan meningkatkan mortalitas imago yang baru keluar dari pupa. Sementara kelembapan udara yang terlalu tinggi (95–100%) dapat mengurangi laju peletakan telur (Raghuvanshi *et al.* 2012).

Semakin tinggi kelembapan udara, stadium larva, pupa, dan imago semakin panjang. Kelembapan optimum bagi perkembangan lalat buah berkisar 70–80%. Lalat buah hidup baik pada kelembapan udara 62–90%.

D. Cahaya

Cahaya, intensitas cahaya, dan lama penyinaran dapat memengaruhi aktivitas lalat betina dalam makan, bertelur, dan kopulasi. Lalat aktif pada keadaan terang, yaitu pada siang hari, dan kawin pada intensitas cahaya rendah. Lalat betina yang diletakkan di tempat yang banyak mendapat cahaya lebih cepat dewasa maupun bertelur.

E. Pakan

Imago lalat buah biasanya makan nektar, embun madu, sekresi tanaman, buah busuk atau buah yang luka. Tingkat

kemasakan buah berpengaruh terhadap perkembangan lalat buah. Buah masak lebih disukai lalat buah untuk meletakkan telur daripada buah yang masih mentah (Raghuvanshi *et al.* 2012). Pakan yang banyak mengandung asam amino, vitamin, mineral, air, dan karbohidrat dapat memperpanjang umur dan meningkatkan keperidian lalat buah. Peletakan telur dipengaruhi oleh bentuk, warna, dan tekstur buah. Buah yang ternaungi, agak lunak, dan permukaannya agak kasar merupakan tempat ideal untuk peletakan telur.

2.3. Jenis-jenis Lalat Buah Penting di Indonesia

Lalat buah oriental *B. dorsalis* spesies kompleks bersifat polifagus, menyerang lebih dari 20 jenis buah-buahan antara lain belimbing, jeruk, mangga, pepaya, pisang, cabai, kopi, dan cengkih yang telah masak (Kalshoven 1981). Selanjutnya, Suputa *et. al* (2010) melaporkan terdapat 35 jenis dari 18 famili tumbuhan yang dapat menjadi inang lalat buah dan 27 jenis di antaranya merupakan inang baru bagi lalat buah.

1. *B. carambolae* Drew & Hancock

Nama umum: lalat buah belimbing (*carambola fruit fly*)

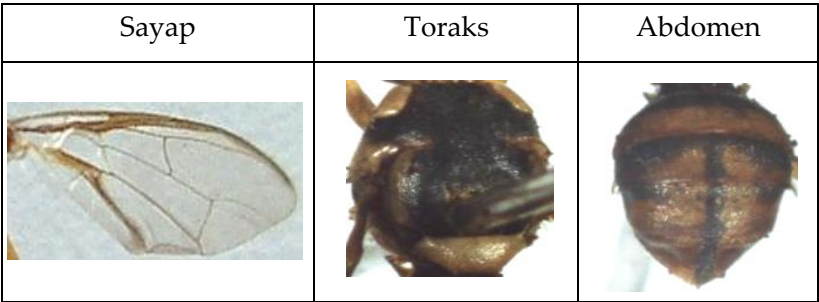
Sinonim: *Bactrocera* sp. nr. *B. dosalis* (A); *B. conformis* Doleschall

Revisi terbaru dari Drew & Hancock (1994) menunjukkan bahwa sebaran *B. dorsalis* spesies kompleks terbatas di Asia, kecuali Thailand Selatan dan Malaysia Barat. Di Thailand dan Malaysia, spesies *B. carambolae* dan *B. papayae* termasuk *B. dorsalis* kompleks. Kedua spesies ini kemudian menyebar ke arah timur dan sudah terdapat di Indonesia, kecuali Papua. Penelitian sebelumnya mengenai *B. dorsalis* dari Indonesia dan Malaysia menunjukkan adanya salah identifikasi dari spesies *B. carambolae* yang sering ditulis sebagai *sp. near B. dorsalis* (A).

Di Filipina, *B. dorsalis* kompleks merupakan pasangan simpatrik *B. philippinensis* dan *B. occipitalis*. Berdasarkan data *B. dorsalis* kompleks di Filipina, tidak terdapat perbedaan antara *B. philippinensis* dan *B. occipitalis* (Drew & Hancock 1994). Sebaran spesies *B. philippinensis* terbatas hanya di Filipina. Tiga spesies lain yang merupakan *B. dorsalis* spesies kompleks adalah *B. caryeae*, *B. kandiensis*, dan *B. pyrifoliae* yang daerah sebarannya masih terbatas di Asia. Untuk mengetahui ciri *B. dorsalis* spesies kompleks, berikut ini disajikan ciri karakteristik *B. carambolae* dan *B. papayae* yang sudah menyebar luas di Indonesia.

a. Diagnosis dan Ciri Karakteristik

Diagnosis spesies *B. carambolae* dengan menggunakan ciri-ciri sayap, toraks, dan abdomen disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Ciri-ciri sayap, toraks, dan abdomen *Bactrocera carambolae* (Sumber: Siwi 2004)

Sayap memiliki *coastal band* lengkap. *Scutum* umumnya berwarna hitam suram dengan garis kuning di sisi lateral. *Postpronotal* berwarna kuning atau oranye. Toraks memiliki bercak kuning pada sisi lateral. Sementara abdomen berwarna coklat oranye dengan pola ruas yang jelas. Ciri ini mirip dengan ciri *B. papayae* dan *B. philippinensis*, kecuali memiliki ovipositor pendek dan pita lebar di tengah ruas abdomen 3–5 (Gambar 3). Lalat buah jantan tertarik metil eugenol.

Buah yang terserang mudah dikenali dengan adanya bekas tusukan ovipositor lalat betina dan perubahan warna kulit buah di sekitar bekas tusukan. Buah juga membusuk dengan cepat. Untuk memeriksa larvanya, buah dibelah lalu larvanya diambil dan dipelihara sampai dewasa untuk identifikasi jenis imagonya.

b. Persebaran

Di Indonesia, *B. dorsalis* menyebar di Jawa, Lombok, Sumbawa Timur, dan Kalimantan, namun belum terdapat di Papua. Spesimen yang ada di KRSS Bogor dikoleksi dari buah belimbing dari Tegalsari (Surakarta) dan Bogor. Di mancanegara, *B. dorsalis* menyebar di Kepulauan Andaman, Perancis, Guyana, Malaysia, Thailand Selatan, Singapura, dan Suriname.

c. Tumbuhan Inang

B. dorsalis menyerang berbagai jenis buah sebagai inangnya, termasuk pepaya (Ranganath *et al.* 1997) dan merupakan hama penting pada tanaman belimbing (*Averrhoa carambola*). *B. dorsalis* juga menyerang jambu air (*Syzygium jambos*) dan *watery rose-apple* (*S. aqueum*). Menurut Drew & Hancock (1994), tanaman inang lain yang terdapat di Asia Tenggara di antaranya adalah bilimbi (*A. bilimbi*), kluwih (*Artocarpus altilis*), cabai (*Capsicum annuum*), jambu biji (*Psidium guajava*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), *Malay-apple* (*S. malaccense*), mangga (*Mangifera indica*), tomat (*Lycopersicon esculentum*), almon tropis (*Terminalia setappa*), *Artocarpus elasticus*, dan *Solanum ferox* (White & Hancock 1997), serta inang liar *luna nut* (*Lepisanthes fruticosa*).

d. Biologi

Lalat buah betina menyelinapkan telur-telurnya di bawah kulit buah belimbing. Larva hidup di dalam buah sampai tumbuh sempurna, sesudah itu jatuh dan masuk ke dalam tanah

untuk membentuk pupa. Periode larva hingga pupa berlangsung 2–4 minggu, bergantung pada suhu lingkungan. Potensi kolonisasi hama ini cukup besar karena tanaman belimbing dan pepaya terdapat hampir di seluruh wilayah Indonesia. Penyebaran jarak dekat dapat terjadi melalui penerbangan serangga, sementara untuk jarak jauh melalui larva yang ada di dalam buah masak.

Larva *B. carambolae* membuat lubang di dalam buah sehingga mempermudah masuknya bakteri dan fungi. Buah yang terinfeksi saat masih muda akan cepat masak dan biasanya kualitasnya kurang baik untuk dikonsumsi.

2. *B. papayae* Drew & Hancock

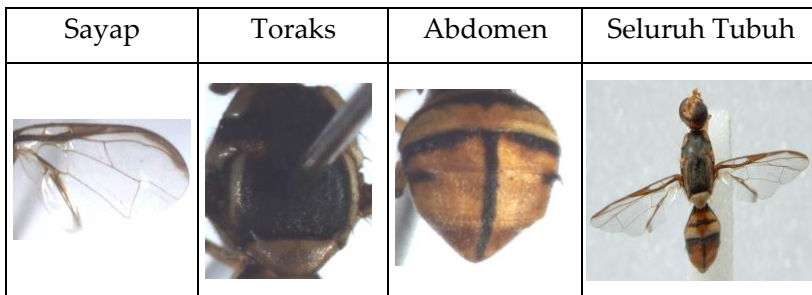
Nama umum: lalat buah pepaya (*papaya fruit fly*)

Sinonim: *Bactrocera conformis* Doleschall

B. conformis tidak terdapat di nomenklatur karena spesies ini merupakan sinonim dari *B. papayae*. Spesies yang diidentifikasi sebagai *B. pedestris* dari Indonesia dan Malaysia merupakan *B. papayae* karena *B. pedestris* sangat jarang ditemukan dan dilaporkan hanya terdapat di Filipina. Laporan tentang *B. dorsalis* dari Indonesia, Malaysia, dan Thailand bagian selatan merupakan kesalahan identifikasi dari spesies *B. papayae* yang sebelumnya telah diidentifikasi sebagai *sp. near B. dorsalis* (B).

a. Diagnosis dan Ciri Karakteristik

Sayap memiliki garis anal (*anal streak*). Sel *costal* pada sisi basal (sel bc) sangat jelas. *Scutum* dominan berwarna hitam, mempunyai rambut di *anterior supra-alar*, dengan *lateral postsutural vittae* (garis berwarna kuning/oranye). Abdomen memiliki pola yang jelas, dan tergite-3 pada jantan dengan *pecten* (*setal comb*) di masing-masing sisinya. Ciri pada tergite-3 dengan garis melintang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Ciri-ciri karakteristik sayap, toraks dan abdomen *Bactocera papayae* (Sumber: Foto KRSS, Bogor; Siwi 2004)

b. Persebaran

Potensi kolonisasi *B. papayae* cukup besar karena tanaman mangga dan pepaya banyak ditanam di Indonesia. Penyebaran jarak dekat terjadi melalui penerbangan serangga dan untuk jarak jauh dengan terbawanya larva di dalam buah yang masak.

c. Tumbuhan Inang

Pisang, mangga, dan pepaya merupakan inang yang baik bagi *B. papayae*. Inang lainnya di antaranya adalah rambutan dan manggis liar *Garcinia hombroniana* Pierre (Yong 1990).

3. *B. dorsalis* (Hendel, 1912)

Nama umum: lalat buah oriental

Sinonim: *B. ferrugineus*; *B. conformis*

Spesies ini sebelumnya dikenal sebagai *Chaetodacus dorsalis* Hendel, *C. ferrugineus dorsalis* Hendel, *C. ferrugineus okinawanus* Shiraki, *Dacus dorsalis* Hendel, dan *Strumeta dorsalis* Hendel. Di KRSS Bogor, spesies ini berlabel *D. ferrugineus* Fabricius. Jumlah spesimen 84, berasal dari hasil pembiakan larva pada tanaman cabai, belimbing, cengkih, mangga, petai, dan jeruk. Menurut Drew & Hancock (1994), spesies ini tidak dimasukkan ke dalam

kelompok *B. dorsalis* spesies kompleks, sehingga untuk identifikasi dimasukkan ke dalam *B. dorsalis* Hendel.

a. Diagnosis dan Ciri Karakteristik

Sayap hanya mempunyai noda pada garis *costa* dan *cubita* dan tidak mempunyai noda pada vena melintang. Terdapat dua rambut pada skutelum, mesonotum dengan tanda hitam, pita lateral kuning pada mesonotum memanjang ke dekat rambut supra-alar. Abdomen sebagian besar berwarna merah pucat (cokelat). Terdapat pita hitam melintang pada terga ke-2 dan ke-3, serta pita hitam sempit longitudinal membelah tengah-tengah terga ke-3 sampai ke-5. Panjang 4,5–4,7 mm (Gambar 5 dan 6).

Spesies *B. dorsalis* (Hendel, 1912) ciri karakteristiknya hampir sama dengan *Dacus* (*Bactrocera*) *pedestris* (Bezzi) sehingga kedua spesies tersebut hampir selalu mengalami kekeliruan identifikasi. Ciri yang membedakan dengan spesies *B. dorsalis* Hendel yaitu *B. pedestris* mempunyai daerah spirakel dan *coxa* depan berwarna hitam dan pita *costa* tidak memanjang ke bawah pada vena R2+3, kecuali pada pucuk. Femura berwarna kuning dan muka dengan dua spot hitam.



Gambar 5. *Bactocera dorsalis* betina (kiri) dan jantan (kanan) (Hendel 1912)

Sayap	Toraks	Abdomen
		

Gambar 6. Ciri-ciri karakteristik sayap, toraks, dan abdomen *Bactrocera dorsalis* (Hendel 1912) (Sumber: KRSS Bogor; Siwi 2004).

Spesies *B. dorsalis* (Hendel, 1912) ciri karakteristiknya hampir sama dengan *Dacus (Bactrocera) pedestris* (Bezzi) sehingga kedua spesies tersebut hampir selalu mengalami kekeliruan identifikasi. Ciri yang membedakan dengan spesies *B. dorsalis* Hendel yaitu *B. pedestris* mempunyai daerah spirakel dan *coxa* depan berwarna hitam dan pita costa tidak memanjang ke bawah pada vena R2+3, kecuali pada pucuk. Femura berwarna kuning dan muka dengan dua spot hitam.

b. Persebaran

Ditemukan di Sumatera, Jawa, Bali, NTB, dan bagian timur Sulawesi. *B. dorsalis* menyebar luas di India, Myanmar, Sri Lanka, Thailand, Filipina, Mikronesia, dan Hawaii.

c. Tumbuhan Inang

Inang *B. dorsalis* bervariasi, biasanya menyerang buah-buahan. Kedua spesies tersebut mempunyai daerah persebaran dan inang yang sama. Lalat buah ini bersifat polifag. Di Jawa terutama menyerang cabai yang dapat mengakibatkan kerusakan total. Kerusakan dapat dikurangi melalui pergiliran tanaman atau memilih lokasi penanaman yang agak jauh dari sumber infeksi (Kalshoven 1981).

d. Gejala

Buah yang terserang mudah dikenali dengan perubahan warna kulit di sekitar tanda sengatan. Larva yang berwarna putih kekuningan menggali lubang di dalam buah dan sering diikuti masuknya jamur atau bakteri sehingga buah membusuk dengan cepat. Bahkan buah yang terserang lalat buah berjatuh di tanah.

e. Biologi

Lalat buah betina menyelipkan telurnya di bawah kulit buah. Periode telur berlangsung 1–20 hari. Larva hidup di dalam buah sampai tumbuh sempurna 6–35 hari, sesudah itu jatuh dan masuk ke dalam tanah untuk membentuk pupa. Periode pupa berkisar 10–12 hari, namun pada suhu dingin dapat mencapai 90 hari (Christenson dan Foote 1960). Migrasi lalat buah ini dapat mencapai radius 5-100 km (Fletcher 1989).

4. *Bactrocera (Zeugodacus) tau* (Walker)

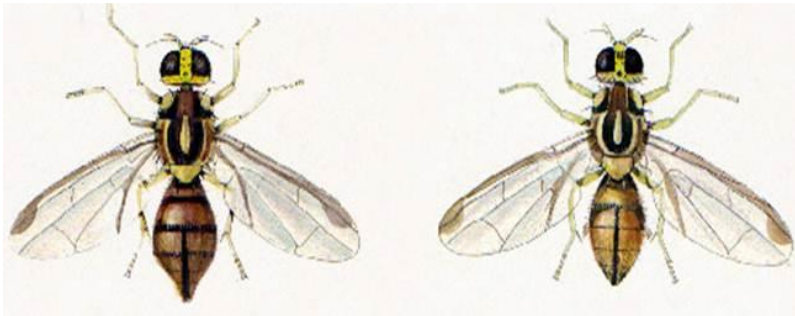
Sinonim: *B. ferrugineus*, *B. conformis*, *Chaetodacus tau* (Walker), *Dacus caudatus* var. *nubilus* Hendel, *D. (Zeugodacus) nubilus* Hendel = *D. caudatus*, *B. (Zeugodacus) caudatus* Fabricius, *B. maculipennis*, *Dacus tau* (Walker), *Dasyneura tau* Walker, *Zeugodacus tau* (Walker), *Zeugodacus bezzianus* Hering, *Z. nubilus* (Hendel), *Z. nubilus* spp. *heinrichi* Hering, *D. caudatus* var. *nubilus* Hendel, *D. hageni* de Meijere, *D. nubilus* Hendel.

Spesies *B. tau* kurang begitu penting dibandingkan dengan *B. dorsalis* atau *B. pedestris* dengan tumbuhan inang Cucurbitaceae. Di KRSS Bogor, sampel spesies berlabel *B. (Z.) nubilus* divalidasi sebagai *B. (Z.) tau*, walaupun menurut Hardy (1973), *B. nubilus* merupakan spesies tersendiri. Bedanya dengan *B. tau* yaitu *apex aculeus* berbentuk *trilobed* (CABI 1997). Demikian

pula spesies *D. caudatus* yang dibiakkan dari buah mentimun telah divalidasi sebagai *B. (Z.) tau*.

a. Diagnosis dan Ciri Karakteristik

Sayapnya mempunyai pita memanjang menuju ke bagian pucuk sayap. *Scutum* berwarna coklat oranye dengan tanda hitam dan garis kuning pada sisi lateral dan medial. Muka mempunyai titik-titik dengan pita hitam sempit melintang di bagian tengah sebelah bawah, tidak memanjang ke pinggir anterior. Kedua sisi *mesonotum* memiliki pita longitudinal kuning. Di kedua sisi tergum ke-3 terdapat deretan bulu-bulu dan tiga pita kuning *post-sutural* (Gambar 7 dan 8).



Gambar 7. *Bactrocera tau* betina (kiri) dan jantan (kanan)

Sayap	Toraks	Abdomen
		

Gambar 8. Ciri-ciri karakteristik sayap, toraks, dan abdomen *Bactrocera tau* (Walker)

Larva instar 3 berukuran sedang, panjang 7,5–9,0 mm dan lebar 1,0–1,5 mm. Teknik molekuler seperti *SDS-polyacrylamide gel electrophoresis* dapat digunakan untuk mengidentifikasi larva dan membedakan spesies dalam genus *Bactrocera* (Liang *et al.* 1991).

b. Persebaran

Di Indonesia, *B. tau* menyebar di Jawa, Sumatera, dan bagian timur Sulawesi, namun belum terdapat di Papua. Di mancanegara, spesies tersebut menyebar di China, India, Laos, Malaysia, Filipina, Sri Lanka, Taiwan, Thailand, dan Vietnam.

c. Tumbuhan Inang

B. tau menyerang berbagai macam buah sebagai inangnya, termasuk labu kuning, semangka, mentimun, pepaya, labu, dan tomat. Di Sumatera Barat, *B. tau* banyak menyerang tanaman markisa (Hasyim *et al.* 2007, 2008).

d. Gejala

Buah yang terserang dengan mudah dapat dikenali dari perubahan warna kulit buah di sekitar tanda sengatan dan juga buah menjadi cepat busuk.

e. Biologi

Lalat betina menyelinapkan telur-telurnya di bawah kulit buah. Larva hidup di dalam buah sampai stadia akhir, sesudah itu, jatuh dan masuk ke dalam tanah untuk membentuk pupa. Periode larva dan pupa berlangsung 2–4 minggu, bergantung pada suhu. Satu generasi memerlukan waktu satu tahun. Serangga mengalami diapause (*overwinter*) pada akhir periode larva (Zhou *et al.* 1993). Kepadatan populasi secara positif berkaitan dengan suhu dan kelembapan (Gupta *et al.* 1992).

f. Kerugian Lingkungan dan Ekonomi

Larva *B. tau* membuat lubang pada kulit buah dan sayuran yang menjadi jalan masuk bakteri dan fungi. Serangga ini telah mengakibatkan kerusakan serius pada tanaman sayuran di China (Zhou *et al.* 1993).

5. *Bactrocera umbrosus* Fabricius

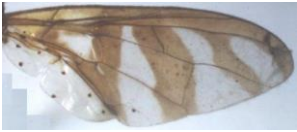
Sinonim: *B. fasciatipennis* Doleschall, *Dacus conformis* Walker, *D. diffusus* Walker, *D. fascipennis* Wiedeman, *D. frenchi* Froggatt, *S. umbrosa* F.

a. Diagnosis dan Ciri Karakteristik

Jenis lalat buah ini mudah dikenali dari tiga pita yang melintang di sayapnya, bercak hitam di muka, kaki kuning, serta bagian basal dan posterior berbulu. *Scutum* berwarna hitam dengan strip kuning di kedua sisi lateral (Gambar 9 dan 10). Gambaran pada abdomen bervariasi, kadang-kadang warna hitam melebar di sisi lateral. Jantan mempunyai *pecten* dan tertarik dengan metil eugenol.



Gambar 9. *Bactrocera umbrosus* betina (kiri) dan jantan (kanan)

Sayap	Toraks	Abdomen
		

Gambar 10. Ciri-ciri karakteristik sayap, toraks, dan abdomen *Bactrocera umbrosus* (Sumber: KRSS, Bogor; Siwi 2004)

b. Persebaran

Di Indonesia, *B. umbrosus* mempunyai daerah sebaran yang luas, namun daerah persebarannya secara rinci belum ada. Hardy (1982; 1983) hanya menyebutkan Pulau Borneo. Di mancanegara, *B. umbrosus* menyebar di Malaysia, Papua Nugini, Thailand, dan Filipina (White & Harris 1992; Waterhouse 1993). Lalat jantan tertarik dengan metil eugenol. Di spesimen KRSS Bogor, lalat buah ini pada label tercatat berasal dari Jayapura, Sorong, Nabire, Timika, Fak-Fak, dan Bogor.

c. Tumbuhan Inang

B. umbrosus menyerang tanaman nangka, kluwih, dan di daerah Lembang sebagian menyerang cabai.

6. *B. (Z) cucurbitae* (Coquillett)

Nama umum: lalat melon (*melon fly*)

Sinonim: *Chaetodacus cucurbitae* (Coquillett)

Lalat buah melon pertama kali dideskripsi dari koleksi serangga di Hawaii. Serangga tersebut berasal dari daerah oriental dan masuk ke Hawaii pada tahun 1895. Pertama ditemukan di Guam pada 7 November 1936 (Siwi 2004).

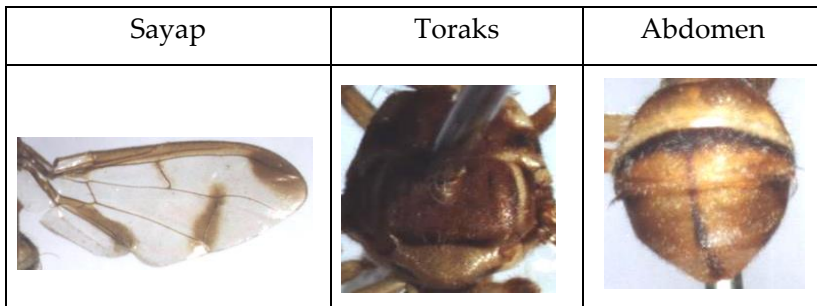
Spesimen lalat melon yang tersimpan di KRSS Bogor tercatat dengan label *Dacus cucurbitae* (Coquillet), *Strumeta cucurbitae* (Coquillet), dan *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillet).

a. Diagnosis dan Ciri Karakteristik

Imago berwarna cokelat oranye, dengan mata dan kepala cokelat gelap. Sayap tembus pandang, panjang 12–15 mm dengan noda-noda cokelat gelap seperti asap di daerah *costa* dan *cubitus*, dan *vena* melintang *r-m* dan *m-m*. Toraks *scutum* berwarna cokelat kemerahan, dengan garis lateral dan medial berwarna kuning. *Postpronotal (humeral) lobe* pucat (kuning atau oranye). *Notopleuron* kuning, mempunyai rambut pada *anterior supra alar*, dua rambut *scutellar* pada *scutellum* dan tiga pasang rambut pada *fronto-orbital*. *Mesonotum* berwarna cokelat muda dengan pita lateral berwarna kuning, memanjang sampai di dekat rambut *supra alar*, tidak dengan warna hitam, pita longitudinal tengah sempit, ukuran 8–10 mm termasuk ovipositor jantan. Pada betina, tergum ke-3 pada kedua sisinya memiliki deretan bulu-bulu halus. Abdomen didominasi warna oranye kecokelatan, jantan mempunyai *pecten*, garis medial longitudinal pada T3-5 (Gambar 11 dan 12).



Gambar 11. *Bactrocera cucurbitae* jantan (kiri) dan betina (kanan)



Gambar 12. Ciri-ciri karakteristik sayap, toraks, dan abdomen *Bactrocera cucurbitae* (Sumber: Foto KRSS, Bogor; Siwi 2004).

b. Persebaran

Di Indonesia, *B. cucurbitae* terdapat di Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Sumatera, dan Papua. Sementara di mancanegara menyebar luas di Afrika, Asia, dan Pasifik.

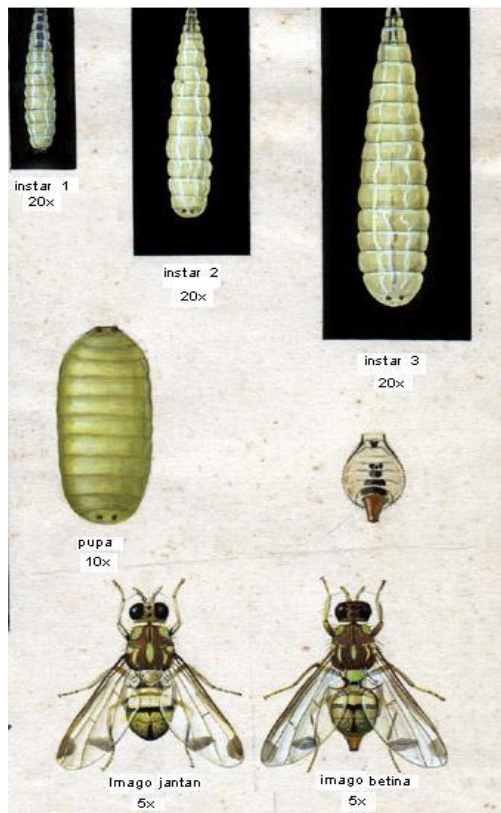
c. Tumbuhan Inang

B. cucurbitae menjadi hama serius pada tanaman famili Cucurbitaceae. Menurut Weems (1964), spesies ini mempunyai inang lebih dari 125 tanaman keluarga Cucurbitaceae atau di luar famili itu. Namun, informasi tersebut hanya berdasarkan adanya lalat buah yang hinggap atau tertangkap dalam perangkap yang dipasang pada tanaman sekitarnya yang tidak termasuk inang utamanya.

Di Indonesia, spesies ini dapat ditemukan pada buah mentimun, labu, semangka, melon, tomat, cabai, dan beberapa jenis sayuran buah yang telah masak. Semangka dan melon dapat diinfeksi lalat buah pada stadium perkembangan buah awal, yakni pada saat ukuran buah baru 1,5 mm. Kerusakan berat kadang-kadang ditemukan pada semangka dan mentimun krai (*bonteng suri*). Spesies ini juga dapat menyerang buah tomat, cabai, dan sayuran buah lain (Kalshoven 1981).

d. Biologi

Telur *B. cucurbitae* dideskripsi secara rinci oleh Margaritis (1985). Bentuk telurnya hampir sama dengan telur spesies lalat buah lain. Warna telur putih kekuningan, panjang 0,8 mm, dan lebar 0,2 mm. *Micropyle* sedikit meruncing pada ujung anterior. Larva instar 3 panjangnya 9,0–11,0 mm dan lebar 1,0–2,0 mm. Pupa berwarna kuning kecokelatan. Panjang pupa 60–80% dari panjang larva dan imago (Gambar 13).



Gambar 13. Larva instar 1, 2, 3, bentuk pupa, dan imago lalat buah *Bactrocera cucurbitae* (Sumber: KRSS, Bogor; Siwi 2004).

7. *Bactrocera (Bactrocera) albistrigatus* (de Meijere)

Sinonim: *Dacus albistrigatus* de Meijere.

Sampel spesimen *B. albistrigatus* dikoleksi KRSS dari Bogor, Jayapura, dan Merauke. Awetan spesimen terdiri atas koleksi dengan *cue lure*, yakni Bogor 35 spesimen, Jayapura 1 spesimen, dan Merauke 2 spesimen. Menurut Hardy (1983), laporan tentang *B. frauenfeldi* dari Papua bagian utara dan barat diduga merupakan kesalahan identifikasi dari spesies *B. albistrigatus* (Gambar 14).

a. Diagnosis dan Ciri Karakteristik

Serangga jantan tertarik *cue lure*. Warna serangga didominasi hitam, dengan bercak pada kepala. Sayap dengan gambaran patron spesifik, hanya dengan satu bercak seperti asap (pita) melintang mencapai r-m dan m-m. Sel *costa* kedua penuh dengan duri-duri halus (*microtrichia*). *Scutum* memiliki garis lateral kuning, separuh *posterior postpronotal lobe* berwarna kuning (Gambar 10). *Bactrocera frauenfeldi* Schiner yang diidentifikasi dari Papua merupakan kesalahan identifikasi dari spesies ini (Hardy 1983).

Sayap	Toraks	Abdomen	Seluruh Tubuh
			

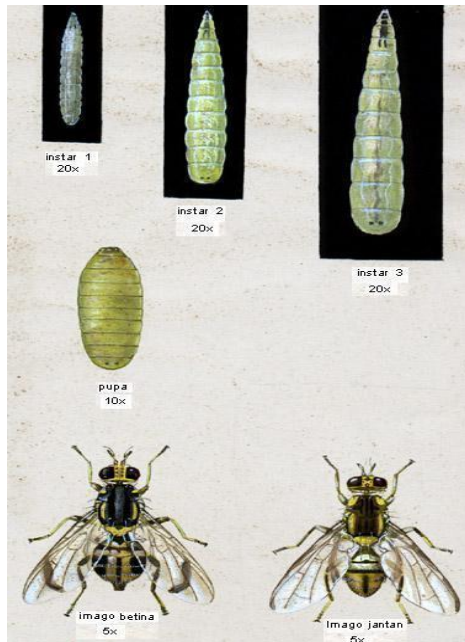
Gambar 14. Ciri-ciri karakteristik imago jantan *Bactrocera albistrigatus* (de Meijere) (Sumber: Foto KRSS, Bogor; Siwi 2004)

b. Persebaran

Di Indonesia, *B. albistrigatus* menyebar di Jawa, Lombok, Sulawesi, Sumatera, dan Papua (White & Harris 1992).

c. Tumbuhan Inang

B. albistrigatus menyerang tanaman jambu biji, jambu air, jambu bol, dan nangka. Juga berpotensi sebagai hama tanaman *Syzygium* spp. atau kelompok tanaman Myrtaceae. Tanaman liar almon tropika (*Terminalia catappa*) merupakan inang utama di Malaysia (Drew & Hancock 1994). Di Jawa, *B. albistrigatus* ditemukan pada tanaman Malay-apple (*S. malaccense*) (Hardy 1983).



Gambar 15. Larva instar 1, 2, 3, bentuk pupa dan imago *Bactrocera albistrigata* (Sumber: Foto KRSS, Bogor; Siwi 2004)

BAB 3.

TEKNIK MONITORING, STRATEGI, DAN KEBIJAKAN PHT

3.1. Pengertian Monitoring

Monitoring merupakan kegiatan untuk melakukan penghitungan populasi relatif lalat buah dalam suatu unit area yang dilakukan secara kontinu dan periodik dalam jangka panjang.

3.2. Tujuan Monitoring

Kegiatan monitoring bertujuan untuk:

- 1) menginventarisasi jenis-jenis lalat buah;
- 2) mengetahui distribusi dan perkembangan populasi lalat buah;
- 3) mengetahui sejak dini kehadiran lalat buah di lapangan;
- 4) mengevaluasi keefektifan berbagai teknik pengendalian, khususnya teknik jantan mandul dalam pengendalian lalat buah.

3.3. Prosedur Monitoring

Tahapan monitoring adalah sebagai berikut:

- 1) menentukan situasi target (lokasi, jenis komoditas, dan luas areal);

- 2) merancang metode monitoring yang sesuai (penghitungan langsung, penggunaan perangkat);
- 3) mengevaluasi hasil monitoring.

3.4. Metode Monitoring

Pengambilan contoh untuk mengestimasi tingkat kerusakan pada buah dilakukan secara periodik dan kontinu untuk mengestimasi tingkat kerusakan buah akibat serangan lalat buah. Pengamatan dilakukan secara langsung (*direct counting*) dengan menghitung dan mempersentasekan jumlah buah yang terserang lalat buah terhadap seluruh buah yang diamati. Dalam kaitan ini, teknik pengambilan contoh yang representatif perlu dikembangkan untuk mendapatkan hasil penilaian kerusakan yang benar.

Untuk pengamatan di kebun seluas 1 hektare, penentuan contoh dilakukan secara acak pada lima titik yang terletak pada perpotongan diagonal luas kebun. Penentuan contoh tanaman untuk pengamatan kerusakan buah dilakukan secara acak dengan memetik buah dari pohon di empat penjuru mata angin.

Saat yang paling tepat untuk mengukur kerusakan pada buah ialah fase menjelang masak, karena serangan lalat buah pada buah masak paling tinggi dibandingkan dengan serangan pada stadium lainnya. Waktu pengambilan sampel buah, misalnya mangga, nangka, dan durian, dilakukan pada awal musim hujan. Buah dikupas, lalu diperiksa untuk mengetahui ada tidaknya serangan larva lalat buah. Pengukuran serangan lalat buah juga dapat dilakukan pada buah yang telah dipanen, asalkan diketahui lokasi pohon buah yang dipanen tersebut.

Sampel untuk pengamatan serangan lalat buah dapat diteruskan untuk pengamatan/pemantauan musuh alami yang bersifat endoparasit larva, yaitu dengan cara mengumpulkan

buah-buah yang terserang lalat buah, kemudian menyimpan buah tersebut dalam wadah plastik berisi pasir halus lalu ditutup dengan kain kasa. Parasit yang muncul yang sudah diketahui adalah dari jenis *Opius* sp. dan *Biosteres* sp. (Sarwono *et al.* 1993).

3.5. Teknik Penggunaan Perangkap

A. Jenis Perangkap

Jenis perangkap yang umum digunakan sebagai alat pemantau populasi lalat buah antara lain adalah *funnel live trap* (Shukla dan Prasad 1985), *Formosan traps* (Lee *et al.* 1992), *Mc Phail traps* IPS 235 (Lasa *et al.* 2014), *Taiwanese trap* (Chiu & Chu), *McPhail-like trap* IPS 235 (Great Lakes IPM, Inc., Vestaburg, MI) (Lasa *et al.* 2014), *Lynfield traps* (Ugwu *et al.* 2018), modifikasi perangkap *gypsi moth*, perangkap steiner, perangkap delta transparan, perangkap McPhail (Hasyim *et al.* 2006), dan botol bekas air mineral (Hasyim *et al.* 2010; Bawa *et al.* 2016).

Perangkap yang banyak digunakan dalam penelitian dan pengendalian lalat buah di Indonesia adalah perangkap botol bekas air mineral karena mudah diterapkan oleh petani dan murah. Perangkap botol yang dimodifikasi salah satu sisinya dapat ditutup dan dibuka dengan mudah. Perangkap dilengkapi dengan atraktan yang selalu diperbarui sehingga dapat menarik lalat buah secara optimal selama pemasangan. Atraktan yang digunakan disesuaikan dengan spesies lalat buah yang akan dipantau. Cara menggunakannya, atraktan diteteskan pada kapas atau kapas dicelupkan ke dalam atraktan secukupnya, selanjutnya diletakkan di bagian tengah botol. Atraktan diganti setiap 2–3 minggu sekali.

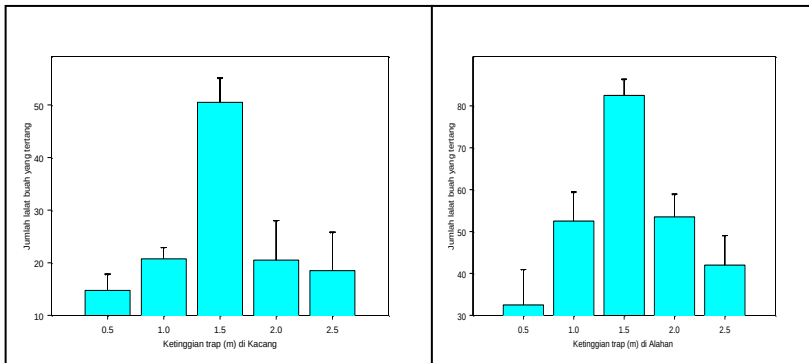
B. Jumlah dan Pemasangan Perangkat

Semakin banyak jumlah perangkat yang dipasang dalam satu unit areal monitoring, semakin banyak lalat buah jantan yang tertangkap. Namun demikian, jumlah perangkat yang dipasang perlu memperhitungkan biaya bahan dan tenaga kerja agar pemantauan efektif dan efisien. Meskipun belum didapatkan data yang pasti tentang jumlah perangkat yang harus dipasang di suatu lokasi, hasil observasi menunjukkan bahwa jumlah perangkat yang umum dipasang di kebun berkisar 10–25 unit per hektare (Hasyim *et al.* 2010). Berbagai referensi melaporkan jumlah perangkat dapat berbeda untuk setiap lokasi. Pemasangan perangkat umumnya dilakukan secara acak di areal pertanaman atau kebun buah.

C. Ketinggian Pemasangan Perangkat

Peletakan perangkat di kebun perlu dipertimbangkan secara sekasama guna mengefektifkan hasil penangkapan lalat buah. Jenis, umur, dan tinggi tanaman perlu diperhatikan dalam penentuan ketinggian pemasangan perangkat. Secara umum, ketinggian pemasangan perangkat perlu disesuaikan dengan tinggi kanopi tanaman, yakni area tempat lalat buah umumnya beraktivitas.

Ketinggian perangkat yang paling banyak menangkap lalat buah ialah 1,5 m dari permukaan tanah, baik pada pertanaman campuran (polikultur) maupun pertanaman tunggal (monokultur) (Gambar 16). Pemasangan perangkat pada pukul 6.00–9.00 dan 15.00–18.00 paling banyak menarik lalat buah pada mangga dibandingkan dengan pemasangan pada pukul 9.00–12.00 dan 12.00–15.00 (Hasyim *et al.* 2010).



Gambar 16. Ketinggian pemasangan perangkat lalat buah pada pertanaman polikultur, berdasarkan anova dengan nilai titik kritis $F = 3,055$ dan $P = 0,0000007$ (kiri) dan pada pertanaman monokultur dengan nilai titik kritis $F = 3,055$ dan $P = 0,0000003$ (kanan).

Rata-rata jumlah lalat buah yang paling banyak ditangkap pada pertanaman polikultur adalah 50 ekor/jam dan pada pertanaman monokultur 80 ekor/jam. Walaupun perangkat diletakkan pada ketinggian yang sama, terdapat perbedaan jumlah tangkapan pada pertanaman polikultur dan monokultur ataupun jenis bahan atraktan yang digunakan. Hal itu berarti bahwa perbedaan bahan atraktan yang digunakan maupun tanaman inang tidak memengaruhi efektivitas ketinggian perangkat.

Hasil analisis menunjukkan bahwa ketinggian perangkat yang paling baik untuk tanaman polikultur maupun monokultur adalah 1,5 m. Hasil penelitian di luar negeri memperlihatkan bahwa ketinggian perangkat 1–2 m cukup efektif untuk menangkap lalat buah *B. dorsalis* jantan pada perkebunan jeruk (Howarth & Howarth 2000). Selain itu, jika tanaman inang mempunyai kanopi yang tinggi, perangkat tidak perlu diletakkan sesuai dengan tinggi kanopi tanaman karena lalat

buah membentuk pupa dan keluar dalam bentuk dewasa dari dalam tanah.

D. Warna Perangkap

Lalat buah menggunakan sejumlah isyarat visual (*visual cues*) berupa warna perangkap yang digunakan (Hasyim *et al.* 2010; Ryckewaert *et al.* 2010). Kesesuaian isyarat visual menentukan ketertarikan jumlah dan jenis lalat buah terhadap inangnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk, ukuran, dan warna perangkap memberikan tanggapan tertentu terhadap jenis dan jumlah lalat buah yang tertangkap. Berdasarkan spesies yang tertangkap, warna kuning mampu menarik jumlah spesies terbanyak, yaitu 11 spesies, dibandingkan dengan warna merah, hijau dan oranye yang hanya dapat menangkap 7–9 jenis lalat buah (Hasyim *et al.* 2010; Said *et al.* 2017). Selanjutnya Sikandar *et al.* (2017) menyatakan bahwa perangkap berwarna kuning mampu menarik lalat buah lebih banyak dibandingkan dengan perangkap warna lain.

E. Periode Pemasangan dan Pelepasan Perangkap

Semakin lama periode pemasangan perangkap pada areal pertanaman, semakin lengkap dan informatif profil spesies dan pola fluktuasi populasi lalat buah yang diperoleh. Secara umum, untuk tujuan monitoring, periode 3 tahun sudah mampu menghasilkan informasi lengkap tentang profil yang diinginkan. Bergantung pada tujuannya, periode pemasangan bervariasi dari 7, 14 hingga 30 hari sekali. Atraktan yang telah dipasang 3–4 minggu dilepas dari perangkap dan diganti dengan yang baru.

Populasi lalat buah mulai meningkat pada saat persarian bunga, kemudian agak menurun dan meningkat tajam saat buah mulai masak (biasanya pada awal musim hujan), lalu menurun

lagi seiring dengan buah habis dipanen dan curah hujan yang tinggi (Ganie *et al.* 2012). Pada mangga, populasi lalat buah mulai ada pada saat persarian bunga. Oleh karena itu, pengendalian hendaknya sudah dipersiapkan sejak saat persarian bunga.

3.6. Kebijakan

Landasan kebijakan pemerintah dalam perlindungan tanaman adalah pendekatan pengendalian hama terpadu (PHT) sesuai dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman, Peraturan Pemerintah Nomor 6 Tahun 1995 tentang Sistem Budidaya Tanaman, dan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 887/Kpts/OT.210/9/1997 tentang Pedoman Pengendalian OPT. PHT pada prinsipnya adalah suatu sistem pengendalian yang memadukan berbagai cara pengendalian yang serasi (kompatibel) dalam satu kesatuan untuk menekan populasi/serangan OPT pada taraf yang tidak merugikan secara ekonomi, dengan memerhatikan keselamatan dan kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Dalam PHT, penggunaan pestisida tidak dilarang, tetapi diusahakan sekecil mungkin dan merupakan alternatif terakhir apabila cara pengendalian yang lain tidak memadai.

Pelaksanaan perlindungan tanaman merupakan kewajiban dan tanggung jawab petani di lahan usahatannya. Pemerintah lebih banyak berperan sebagai fasilitator, sehingga diharapkan petani mampu menjadi manajer usahatannya, mampu mengambil keputusan dalam memilih dan memadukan cara-cara pengendalian yang serasi dan sesuai dengan ekosistem lahan usahatannya. Berkaitan dengan hal itu, petunjuk pengelolaan ekosistem pertanian perlu disederhanakan agar petani mudah memahami dan melaksanakan pengendalian OPT sesuai dengan konsep PHT, serta kompatibel dengan teknologi spesifik lokasi. Pengendalian OPT lebih menekankan pada pendekatan

pengelolaan ekosistem secara keseluruhan, serta memerhatikan semua komponen yang terkait dalam usahatani. Dengan demikian, perlindungan tanaman merupakan bagian dari sistem pengelolaan lingkungan hidup.

Penerapan dan penyebarluasan PHT sangat bergantung pada kesiapan dan kemampuan sumber daya manusia, khususnya petani, petugas, dan masyarakat terkait (pengusaha dan penyedia jasa pertanian). Pemberdayaan masyarakat merupakan salah satu prioritas kegiatan pemerintah yang dilaksanakan melalui pelatihan, kursus, demonstrasi lapang, pendidikan, penyuluhan, dan sekolah lapang. Selain itu, pemerintah juga berupaya untuk memberikan informasi, rekomendasi, kemudahan, menciptakan situasi yang kondusif, serta memberikan bantuan apabila diperlukan.

3.7. Strategi

Agar program dan kegiatan pengendalian lalat buah dapat mencapai tujuan dan sasaran yang ditetapkan, diperlukan beberapa strategi sebagai berikut:

- 1) Meningkatkan pengamatan dan peramalan perkembangan lalat buah dan antisipasi pengendaliannya;
- 2) Memperkuat sistem informasi manajemen perlindungan tanaman dalam rangka peningkatan arus informasi yang berkaitan dengan masalah lalat buah;
- 3) Mengembangkan teknologi dan sarana pengendalian sesuai dengan sistem PHT yang efektif, mudah, dan aman bagi pelaksana perlindungan hortikultura, konsumen produk, dan lingkungan hidup, termasuk teknologi spesifik lokasi yang dapat dioperasikan oleh masyarakat setempat;

- 4) Mengembangkan, memantapkan, dan memasyarakatkan penerapan sistem PHT melalui peningkatan upaya-upaya penyuluhan, baik secara langsung maupun melalui media massa (cetak atau elektronik), serta penyediaan sarana informasi berupa buku pedoman, folder, dan poster;
- 5) Meningkatkan pemberdayaan pelaku perlindungan tanaman (perorangan dan lembaga) dengan peningkatan pengetahuan dan kemampuan SDM, menuju kemandirian petani dalam pelaksanaan pengendalian lalat buah, serta penyediaan sarana dan dana operasional yang memadai;
- 6) Mengembangkan dan menetapkan gerakan pengendalian di tingkat lapangan, koordinasi dengan maupun antarkelompok tani, dinas pertanian, pemerintah daerah, dan instansi terkait lainnya.



BAB 4.

KOMPONEN TEKNOLOGI PHT LALAT BUAH

4.1. Penanganan Prapanen

A. Fisik: Pembungkusan

Pembungkusan atau pemberongsongan buah sudah umum diterapkan petani untuk mencegah lalat buah betina meletakkan telur pada buah yang masih muda hingga menjelang tua/masak (Sarwar 2015; Hossain *et al.* 2019). Pembungkusan buah dengan kertas sudah lama dilakukan petani di sebagian besar daerah tropis Asia, khususnya untuk buah yang akan diekspor. Pembungkusan buah dapat mengurangi kerusakan buah hampir 100% (Sarward 2015; Hossain *et al.* 2019).

Pembungkusan buah untuk areal kebun yang luas, pohonnya tinggi, dan berbuah lebat dinilai kurang praktis. Namun, apabila upah tenaga kerja murah dan banyak tersedia, upaya tersebut dapat dilakukan. Keuntungan penerapan cara ini yaitu buah terhindar dari serangan lalat buah, bersih, mulus, dan bebas dari cemaran bahan kimia.

Petani dapat melakukan pembungkusan buah dengan menggunakan kertas, kertas koran bekas, kertas karbon, plastik hitam, daun pisang, daun jati, ataupun kain untuk buah-buahan yang tidak terlalu besar seperti belimbing dan jambu batu (Gambar 17). Untuk buah nangka atau cempedak, biasanya petani menggunakan anyaman daun kelapa, karung plastik atau

kertas semen. Setiap jenis pembungkus mempunyai kelebihan dan kekurangan. Yang perlu diperhatikan adalah bahan pembungkus hendaknya tidak mudah rusak, gelap, dan dapat mempertahankan kelembapan dalam pembungkus.

Waktu pembungkusan buah disesuaikan dengan jenis buah. Untuk buah belimbing, pembungkusan hendaknya dilakukan sedini mungkin dengan menggunakan kertas koran bekas (Gambar 17). Untuk buah mangga, pembungkusan dilakukan sebelum buah memasuki stadium masak. Lalat buah umumnya tertarik pada warna kuning dan metil eugenol atau amonia yang dihasilkan oleh beberapa jenis bunga dan buah. Oleh karena itu, pembungkusan buah sedini mungkin sangat membantu mengurangi serangan lalat buah.



Gambar 17. Pembungkusan buah belimbing dengan kertas koran bekas

B. Mekanik

Penelitian di Hawaii mengenai respons lalat buah terhadap umpan berwarna dan metil eugenol menunjukkan bahwa lalat buah betina tertarik dengan umpan berwarna kuning dan putih walaupun tanpa metil eugenol. Pilihan tersebut didasari oleh kebiasaan lalat betina mencari buah untuk meletakkan telur,

yakni buah yang berwarna kuning atau putih (misalnya jambu batu yang berkulit putih kekuningan). Sementara lalat jantan lebih tertarik pada warna kuning dan putih seperti bunga *golden shower* (*Cassia fistula* L.) dan *brexia* (*Brexia madagascariensis* Thou). Penggunaan perangkap dengan umpan sebenarnya ditujukan untuk memantau populasi atau mendeteksi spesies lalat buah yang ada di lapangan. Pengendalian lalat buah menggunakan perangkap dengan atraktan akan berhasil apabila perangkap dipasang secara terus-menerus dan dalam jumlah yang banyak.

Atraktan yang digunakan berupa bahan kimia sintetis yang dapat mengeluarkan bau atau aroma makanan lalat buah, seperti aroma buah atau bau wewangian berahi lalat betina. Perangkap yang berisi atraktan yang dicampur dengan insektisida akan menarik lalat buah untuk masuk ke dalam perangkap dan akhirnya lalat buah mati karena pengaruh insektisida. Dapat juga menggunakan atraktan sintetis metil eugenol/*cue lure* yang digantung di dalam perangkap yang terbuat dari botol bekas kemasan air mineral untuk menangkap lalat jantan.

Atraktan berupa metil eugenol atau *cue lure* diteteskan pada kapas, kemudian digantungkan di bagian tengah botol perangkap. Di sampingnya dipasang dua buah corong yang berlawanan. Bagian dasar botol diberi sedikit air agar lalat buah yang jatuh mati terendam air (Gambar 18). Sebaiknya perangkap dipasang di bagian luar atau pinggir pertanaman agar lalat tidak berkumpul di tengah pertanaman.

Rata-rata jumlah lalat buah jantan yang tertangkap dari masing-masing perangkap bervariasi. Perangkap botol bekas air mineral dapat menangkap 37 ekor, modifikasi perangkap *gypsi moth* 6 ekor, perangkap steiner 17 ekor, perangkap delta 14 ekor, dan perangkap McPhail 52 ekor per hari (Tabel 2).



Gambar 18. Perangkap atraktan metil eugenol/*cue lure* yang digantung di dalam perangkap yang terbuat dari botol bekas air mineral

Tabel 2. Rata-rata populasi, jenis, dan persentase lalat buah yang tertangkap berbagai model perangkap.

Model perangkap	Jumlah lalat buah jantan	Jenis lalat buah	Persentase jenis
Botol air mineral	37,2 b	<i>B. albistrigata</i>	4,35
		<i>B. carambolae</i>	56,52
		<i>B. cucurbitae</i>	2,17
		<i>B.indonesiae</i>	4,35
		<i>B.kinabalu</i>	2,17
		<i>B.melastomatos</i>	2,17
		<i>B.occipitalis</i>	2,17
		<i>B.papayae</i>	21,73
		<i>B.umbrosa</i>	2,17
		<i>B.thailandica</i>	2,17
Delta transparan	13,8 cd	<i>B.carambolae</i>	53,70
		<i>B.papayae</i>	31,38
		<i>B.nigrita</i>	1,85
		<i>B.occipitalis</i>	1,85
		<i>B.umbrosa</i>	3,70
		<i>B.unimacula</i>	1,85
		<i>B.verbascifoliae</i>	3,70

McPhail	52,4 a	<i>B.carambolae</i>	54,00
		<i>B.albistrigata</i>	16,00
		<i>B.cucurbitae</i>	6,00
		<i>B.indonesiae</i>	4,00
		<i>B.kinabalu</i>	4,00
		<i>B.occipitalis</i>	4,00
		<i>B.papayae</i>	8,00
Modifikasi perangkap <i>gypsi</i>	6,2 d	<i>B.carambolae</i>	55,00
		<i>B.papayae</i>	20,00
		<i>B.verbascifoliae</i>	5,00
		<i>B.cucurbitae</i>	15,00
		<i>B.indonesiae</i>	5,00
Steiner	16,8 c	<i>B.carambolae</i>	91,66
		<i>B.papayae</i>	6,25
		<i>B.verbascifoliae</i>	2,08

Keterangan :

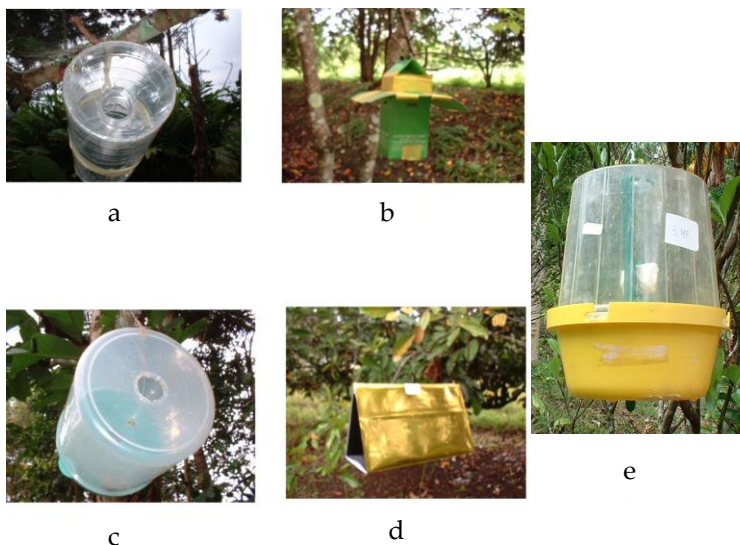
Angka-angka di dalam lajur yang sama diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf nyata 5%.

Sumber: Hasyim *et al.* (2006)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah lalat buah jantan yang dapat ditangkap berbeda nyata untuk masing-masing perangkap yang digunakan. Model perangkap yang paling banyak menangkap lalat buah jantan adalah perangkap McPhail yaitu 52 ekor/perangkap/hari (Gambar 19). Sementara hasil tangkapan perangkap *gypsy moth* paling sedikit, yaitu 6 ekor/perangkap/hari. Hasil penelitian di luar negeri menunjukkan bahwa perangkap McPhail yang diberi atraktan sintesis (*cue lure*) paling banyak menangkap lalat buah *C. capitata* dibandingkan dengan perangkap *cylindrical* dan *Gaaton* (Gazit *et al.* 1998).

Warna kuning di bagian dasar perangkap McPhail memberikan tanggapan positif bagi lalat buah *B. dorsalis* jantan. Hal ini karena spesies lalat buah memiliki ketertarikan yang

berbeda terhadap warna perangkap. Lalat buah *B. dorsalis* lebih menyukai warna kuning dibandingkan dengan warna hijau, biru, merah, dan hitam, sedangkan *B. tryoni* dan *B. neohomeralis* lebih menyukai warna merah dibandingkan warna kuning dan hijau (Katsoyannos & Kouloussis 2001).



Gambar 19. Beberapa model perangkap lalat buah: (a) botol bekas air mineral, (b) modifikasi perangkap *gypsy moth*, (c) perangkap steiner, (d) perangkap delta transparan, dan (e) perangkap McPhail.

Jenis lalat buah yang paling dominan tertangkap pada semua perangkap yang diberi atraktan sintesis metil eugenol adalah *B. carambola*. Hal ini mungkin karena pada saat penelitian di sekitar pekarangan rumah penduduk banyak ditanam pohon belimbing yang merupakan inang bagi jenis lalat buah tersebut. Walaupun petani juga banyak yang menanam nangka, tanaman tersebut belum banyak yang berbuah dan walaupun ada yang

berbuah, buahnya masih kecil sehingga populasi lalat buah *B. umbrosus* yang tertangkap relatif sedikit.

Atraktan dapat pula diletakkan dalam perangkap yang diberi lem tikus sehingga lalat buah yang tertarik pada atraktan akan mati karena menempel pada perangkap tersebut (Gambar 20). Perangkap berumpan digantung di ranting atau cabang pada ketinggian 1,5–2 m di atas permukaan tanah atau pada tajuk terendah dari tanaman.



Gambar 20. Perangkap lem tikus yang diberi metil eugenol dan perangkap perekat kuning untuk menangkap lalat buah.

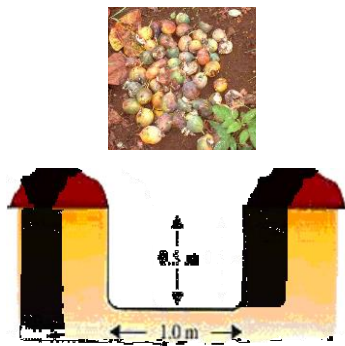
Perangkap yang digunakan sebaiknya terbuat dari bahan yang ringan dan mudah didapat seperti plastik, seng tipis, aluminium, dan kertas manila tahan air. Perangkap dapat dimodifikasi dengan umpan kering atau umpan cair.

C. Kultur Teknis

a. Sanitasi Kebun

Kegiatan ini bertujuan untuk memutus atau mengganggu daur hidup lalat buah sehingga perkembangan lalat buah dapat

ditekan. Sanitasi dilakukan dengan mengumpulkan buah yang jatuh atau busuk kemudian dimusnahkan dengan dibakar atau ditanamkan di dalam tanah dengan cara membuat lubang berukuran 1 m x 0,5 m atau 1 m x 1 m (Khan *et al.* 2017; Sarwar 2015). Dengan demikian, larva yang ada di dalam buah tidak dapat meneruskan siklus hidupnya menjadi pupa. Sampah/serasah di sekitar tanaman juga dikumpulkan dan dibakar atau dipendam dalam tanah (Gambar 21). Pastikan kondisi dalam tanah tidak memungkinkan larva berkembang menjadi pupa. Pupa yang ada dalam tanah dapat dimusnahkan dengan cara membalikkan tanah di sekitar tanaman agar terkena sinar matahari.



Gambar 21. Buah yang busuk dikumpulkan dan ditanamkan ke dalam lubang dengan ukuran panjang 1 m, lebar 1 m, dan tinggi 0,5 m.

Buah gugur yang dibiarkan berserakan di bawah pohon juga berpeluang untuk diteluri lalat buah. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan pemeliharaan (*rearing*) bahwa buah jambu batu, jambu air, dan belimbing yang gugur sangat potensial sebagai sumber infeksi lalat buah. Namun demikian, sebagian besar petani beranggapan bahwa sanitasi buah yang gugur kurang bermanfaat dan hanya membuang waktu saja.

Untuk mengganggu daur hidup lalat buah dapat juga dilakukan dengan membalikkan tanah di bawah tajuk pohon, tetapi harus dilakukan secara hati-hati agar tidak melukai akar. Dengan membalikkan tanah, pupa yang terdapat di dalam tanah akan terkena sinar matahari, terganggu hidupnya, dan akhirnya mati. Semak-semak atau gulma di sekitar areal pertanaman dapat menjadi inang alternatif, terutama pada saat tidak musim berbuah, sehingga perlu dibersihkan sampai radius 1,5–3,0 km.

Pengendalian lalat buah dengan cara sanitasi akan efektif apabila dilakukan oleh seluruh petani pada suatu hamparan yang cukup luas dan secara bersamaan (Khan *et al.* 2017; Hasyim *et al.* 2008). Pengasapan dengan membakar sampah kering yang di bagian atasnya ditutupi sampah basah dapat menghasilkan asap dalam jumlah banyak. Kepulan asap yang menyebar ke seluruh bagian tanaman dapat mengusir lalat buah dari pertanaman. Pemasangan mulsa plastik juga dapat menekan larva yang berubah menjadi pupa dan akhirnya mengurangi populasi serangga dewasa.

b. Pembersihan Gulma

Gulma dapat menjadi tempat singgah lalat buah sehingga harus dibersihkan. Beberapa jenis gulma juga berpotensi untuk menarik kedatangan lalat buah sehingga harus dibersihkan.

D. Biologis/Pestisida Biorasional

a. Biopestisida

Penggunaan biopestisida pada sayuran dapat menjamin produk bersih dari cemaran pestisida sintetis, selain mampu mendukung pelaksanaan PHT secara utuh. Pada cabai, misalnya, kualitas cabai sering kali menurun karena serangan lalat buah (*B. dorsalis*). Biopestisida Spinosad and *Lecanicillium muscarium* dapat

mengendalikan lalat buah yang menyerang labu-labuan dengan persentase buah yang bebas dari serangan hama mencapai 83% (Rahman *et al.* 2019).

b. Biorepellent

Secara tradisional minyak atsiri dari tumbuhan telah digunakan untuk mengusir serangga karena minyak atsiri bersifat menolak hama (*biorepellent*). Minyak atsiri serai wangi dan serai dapur, misalnya, nyata menurunkan intensitas serangan lalat buah pada cabai. Intensitas serangan lalat buah pada petak perlakuan minyak serai wangi dan minyak serai dapur relatif lebih rendah dibandingkan dengan petak perlakuan insektisida dan kontrol (Hasyim *et al.* 2018).

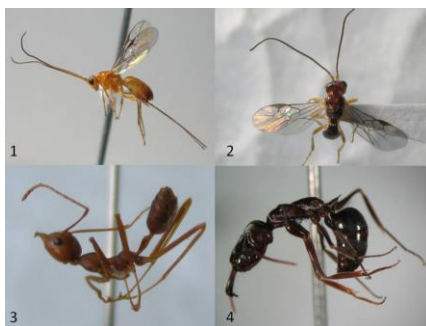
c. Pemanfaatan Musuh Alami

Pengendalian secara biologis dapat memanfaatkan musuh alami baik parasitoid, predator maupun patogen, namun di Indonesia teknik pengendalian ini belum banyak diterapkan. Jenis parasitoid yang banyak ditemukan adalah *Biosteres* sp. dan *Opius* sp. (Braconidae), serta *Psytalia* sp. (Octriana 2010; Sari *et al.* 2019). Di Sumatera Barat terdapat empat jenis parasitoid yang memarasit lalat buah *B. tau*, yaitu *Opius oophilus*, *O. longicaudatus*, *O. vandenboschi*, dan *Tetrastichus giffardianus*. Parasitoid ini menyebabkan kematian pupa yang dikumpulkan di lapangan hingga 50,09% dan memparasit larva pada buah yang jatuh sebesar 31,20%. *Tetrastichus giffardianus* dominan di kebun markisa dengan kemampuan parasitasi 38,06%, sedangkan *Opius* spp. stadia larva lebih dominan dengan kemampuan parasitasi 24% (Octriana 2010). Di Hawaii, parasitoid *Fopius* (*Biosteres*) *arisanus* dapat memarasit telur, larva, dan pupa lalat buah pada melon berturut-turut 38%, 40%, dan 47%, sedangkan *Psytalia fletcheri* dapat memarasit larva dan pupa lalat buah masing-masing 24% dan 79% (Bautista *et al.* 2004).

Diachasmimorpha kraussii (Hymenoptera: Braconidae) dan *Fopius* sp. merupakan parasitoid larva lalat buah (Gambar 22). Di Australia, parasitoid *D. kraussii* dan *F. arisanus* potensial untuk mengendalikan lalat buah *B. tryoni* secara biologi (Clarke *et al.* 2010).

Predator lalat buah yang umum adalah semut rangrang, *Oecophylla smaragdina* dan *Odontomachus* sp. (Gambar 22). Ada juga predator dari famili Reduviidae (*Zelus renardi*), semut (Hymenoptera: Formicidae: *Pheidole megacephala*), laba-laba (Arachnida: *Argyope*), kumbang Stafilinid (Coleoptera: Staphylinidae: *Philantus turbidus*), dan cocopet (Dermaptera: Chelisochedae).

Saat ini sudah tersedia teknologi perbanyakan lalat buah secara besar-besaran dengan makanan buatan sehingga membuka peluang untuk perbanyakan massal musuh alaminya. Dengan demikian, pengendalian biologis lalat buah mempunyai prospek yang baik. Perbanyakan parasitoid larva *B. carambolae*, yakni *Biosteres* sp. sudah dilakukan di laboratorium Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi Batan, Jakarta (Sikumbang *et al.* 2001).



Gambar 22. Beberapa musuh alami lalat buah: *Diachasmimorpha kraussii*, *Fopius* sp., *Oecophylla smaragdina* (semut rangrang), dan *Odontomachus* sp.

d. Atraktan

Atraktan dapat digunakan untuk mengendalikan lalat buah dengan tiga cara, yaitu: (a) mendeteksi atau memonitor populasi lalat buah, (b) menarik lalat buah ke dalam perangkap, dan (c) mengacaukan lalat buah dalam melakukan perkawinan, berkumpul maupun makan (Metcalf & Luckmann 1982). Di alam, lalat jantan mengonsumsi metil eugenol dan setelah diproses dalam tubuhnya akan menghasilkan zat penarik (*sex pheromone*) bagi lalat betina pada proses perkawinan. Penelitian Tan & Nishida (1996) menunjukkan bahwa lalat buah jantan dewasa yang mengonsumsi metil eugenol akan meningkatkan produksi komponen seks feromon, seperti *trans-coniferyl alcohol* (CF), *2-allyl-4,5 dimethoxyphenol* (*allyl-DMP*), dan *cis-3,4-dimethoxycinnamyl alcohol* (*cis-DCA*).

Metil eugenol merupakan salah satu stimulus untuk meningkatkan keberhasilan perkawinan lalat buah *B. carambolae* (Tati-Subahar 1999). Shelly *et al.* (2005) melaporkan bahwa konsumsi metil eugenol yang dikombinasikan dengan PH pada *B. dorsalis* yang telah matang seksual mampu mendorong keberhasilan kawin hingga 47%.

Atraktan berbahan aktif metil eugenol tergolong sebagai *food lure*, artinya lalat jantan akan datang tertarik untuk keperluan makan (*food*), sehingga matang seksualnya lebih cepat. Lalat jantan akan berusaha untuk mendapatkan metil eugenol sebelum melakukan perkawinan. Berdasarkan sifat atraktan inilah pengendalian lalat buah dapat dilakukan dengan cara menekan populasi lalat jantan. Seiring dengan waktu, populasi lalat buah di alam akan menurun karena betina tidak dapat dibuahi oleh jantan.

Beberapa tanaman yang dapat menghasilkan minyak atsiri dengan kandungan bahan aktif metil eugenol ialah *Melaleuca bracteata* dan selasih (*Ocimum* spp.) (Kardinan 2000). Selasih

memiliki beberapa spesies, bahkan beberapa bentuk walaupun dari spesies yang sama, sehingga dikenal sebagai tanaman yang bersifat polimorfis. Terdapat dua kelompok tanaman selasih dengan kandungan utama yang berbeda, yakni kelompok penghasil eugenol (*O. basilicum*, *O. Gratiisimum*, dan lainnya) dan kelompok penghasil metil eugenol (*O. tenuiflorum*, *O. sanctum*, *O. minimum*, dan lainnya).

Ocimum minimum

Jenis selasih ini mempunyai dua tipe, yaitu berbunga ungu dan putih. Bunganya bergerombol dengan warna daun hijau (Gambar 23). Pada pagi hari, baik daun maupun bunganya sering dikerubuti lalat buah yang jumlah per pohonnya mencapai ratusan. Rendemen minyaknya sekitar 0,56% dan minyak atsirinya mengandung 64% metil eugenol. Selasih jenis ini hanya dapat dipanen empat kali, karena setelah tanaman berumur setahun, produksi daun rendah sehingga perlu peremajaan.



Gambar 23. Daun dan bunga *Ocimum minimum*

Ocimum sanctum

Selasih jenis ini mempunyai ciri khas bunga dan daunnya berwarna ungu. Apabila daunnya diremas atau dipanen, dapat menimbulkan rasa pening, apalagi sewaktu diangkut ke tempat penyulingan dengan mobil dalam keadaan ventilasi udara kurang baik (Gambar 24). Rendemen daun yang dicampur

bunganya sekitar 0,46% dengan kadar metil eugenol 60%. Seperti selasih lainnya, jenis ini pun perlu peremajaan.



Gambar 24. *Ocimum sanctum*

Ocimum tenuiflorum

Selasih jenis ini memiliki ciri khas daunnya hijau keriting dengan bunga panjang berwarna putih. Rendemen minyaknya mencapai 0,4% dengan kandungan metil eugenol 58%. Jenis ini dapat dipanen 6–8 kali dan tanaman mampu bertahan hingga dua tahun lebih, bergantung pada pemeliharaan (Gambar 25).



Gambar 25. *Ocimum sanctum*

Melaleuca bracteata

Melaleuca merupakan suatu genus dalam famili Myrtaceae (Gambar 26). Bijinya sangat kecil, terdapat pada kapsul-kapsul di

bunganya. Tanaman ini apabila dipangkas akan muncul ranting-ranting baru seperti teh. *Melaleuca* biasanya tumbuh di sepanjang daerah aliran sungai, sekitar rawa-rawa atau danau. Tanaman ini dapat mencapai tinggi 15 m dengan bentuk seperti pohon cemara, sehingga dapat digolongkan sebagai tanaman hias. Beberapa perumahan atau tempat rekreasi memanfaatkan pohon ini sebagai tanaman hias. Tidak ketinggalan, tanaman ini juga ditanam di depan istana kepresidenan Cipanas, Cianjur.



Gambar 26. *Melaleuca bracteata*

Melaleuca tumbuh dengan baik di dataran rendah hingga dataran tinggi. Semakin tinggi tempat tumbuh semakin baik pertumbuhannya. Kandungan aktif dalam minyak atsirinya adalah metil eugenol sekitar 76%. Rendemen minyak dari daun sekitar 1,3%.

Penyulingan Bahan Tanaman

Penyulingan minyak atsiri dapat dilakukan melalui pengukusan, perebusan, dan penguapan (Gambar 27). Cara yang umum digunakan adalah pengukusan. Alat pengukus dapat dibuat dari drum bekas atau sejenisnya, namun minyak yang dihasilkan kualitasnya kurang baik. Alat penyulingan yang paling baik adalah yang terbuat dari bahan antikorosi (*stainless*).



Gambar 27. Penyuling minyak atsiri berkapasitas 50 liter

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian telah menghasilkan atraktan nabati berbahan baku selasih dan *Melaleuca* yang masing-masing disebut OCIMOL dan MELANOL (Gambar 28). Kedua produk tersebut dapat membantu petani dalam mengendalikan lalat buah.



Gambar 28. Produk selasih dan *Melaleuca* yang dihasilkan oleh Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro).

e. Peraturan Karantina

Penerapan peraturan karantina yang ketat dapat mencegah masuknya lalat buah dari wilayah atau negara yang mempunyai

masalah dengan lalat buah. Contohnya adalah melarang impor buah-buahan segar dari wilayah/negara yang diketahui bermasalah dengan lalat buah, atau melarang turis atau penduduk Indonesia membawa buah-buahan dari luar negeri tanpa seizin petugas karantina. Di Selandia Baru, setiap tahun ditemukan 7–33 kasus lalat buah dalam pengangkutan dan 10–28 kasus dalam bagasi penumpang, dengan lebih dari 750 larva dalam satu buah.

f. Teknik Serangga Mandul (TSM)

Teknik jantan mandul berhasil mengendalikan lalat buah pada tanaman semangka di Jepang sejak tahun 1972 (Kakinohana *et al.* 1977). Eradikasi lalat buah telah dimulai sejak tahun 1972 sampai 1993 (McQuate & Teruya 2015). Dengan melepaskan serangga jantan yang sudah mandul, telur yang dihasilkan dari perkawinan dengan lalat betina menjadi steril atau tidak bisa menghasilkan keturunan sehingga populasi akan turun dan musnah.

Prinsip kerja teknik serangga mandul (TSM) adalah menggunakan serangga hama yang telah dibiakkan di laboratorium dan dimandulkan dengan iradiasi sinar gama untuk menekan populasi hama di kebun. Serangga mandul yang dilepas di kebun akan berbaur dan bersaing dengan serangga normal sehingga dapat mencegah pembentukan keturunan. Pelepasan serangga mandul sebanyak sembilan kali populasi lapang secara berulang-ulang dapat menurunkan populasi hama sampai di bawah ambang ekonomi, atau bila kebun cukup terisolasi sampai punah (*pest free*). TSM telah berhasil digunakan untuk mengendalikan berbagai jenis lalat buah, dimulai tahun 1965 untuk lalat buah semangka *Dacus (Bactrocera) cucurbitae* di Pulau Rota (Steiner 1965). TSM kemudian digunakan dalam program pemusnahan lalat buah mediterania *Ceratitis capitata* di

Meksiko dan Guatemala (Zavala *et al.* 1991), lalat semangka dan lalat buah oriental *B. dorsalis* di Kepulauan Okinawa (Kakinohana *et al.* 1977), *B. philippinensis* di Pulau Guimaras, Filipina (Manoto 1994), dan *B. dorsalis* di Thailand.

Lalat buah merupakan hama dengan mobilitas sangat tinggi, penularannya cepat antarkebun bahkan antarkawasan. Oleh karena itu, pengendalian lalat buah memerlukan cara pendekatan yang holistik. TSM merupakan salah satu cara yang tepat untuk mengendalikan lalat buah. Aplikasi TSM dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- 1) **Pengamatan dinamika populasi dan populasi absolut lalat buah di kebun.** Kegiatan ini bertujuan untuk menentukan saat pelepasan yang tepat dan jumlah minimum lalat buah mandul yang perlu dilepas. Dinamika populasi diamati dengan pemasangan perangkap metil eugenol, sedangkan populasi absolut dengan teknik pelepasan dan penangkapan lalat bertanda.
- 2) **Pembiakan massal lalat buah di laboratorium.** Larva lalat buah dipelihara dengan makanan buatan yang terdiri atas dedak gandum (26%), ragi roti (3,6%), gula pasir (12%), nipagin (0,1%), natrium benzoat (0,1%), dan air (58%), kemudian ditambahkan HCl secukupnya agar pH campuran berada pada kisaran 4,0–4,5. Sementara lalat buah dewasa diberi makanan gula dan *yeast* hidrolisat (Kuswadi *et al.* 2000).
- 3) **Pemandulan dengan iradiasi.** Untuk memperoleh lalat dewasa *B. carambolae*, pada 7–8 hari (kurang lebih satu hari menjelang muncul menjadi dewasa), kepompong diiradiasi dengan gama dosis 90 Grey (Kuswadi *et al.* 1999b).
- 4) **Pengiriman.** Kepompong yang telah diiradiasi dimasukkan ke dalam kantong-kantong plastik di dalam kotak styrofoam

untuk dikirim ke kebun. Di dalam kotak diletakkan kantong-kantong es secukupnya untuk mencegah kenaikan suhu selama pengiriman.

- 5) **Pelepasan.** TSM dilepaskan melalui udara (*aerial*) atau di tanah (*ground release*).
- 6) **Evaluasi.** Keberhasilan TSM dapat diukur dari penurunan serangan lalat buah atau populasi lalat buah di kebun. Penurunan populasi dapat diamati dengan mengukur perbandingan antara lalat buah steril dan lalat normal dengan perangkat metil eugenol.

Integrasi TSM dengan teknik pengendalian lain bersifat sinergis. Makin rendah populasi lalat buah, makin tinggi efektivitas TSM. Oleh karena itu, penurunan populasi lalat buah sebelum pelepasan serangga mandul, misalnya dengan insektisida atau penangkapan massal dengan metil eugenol, akan meningkatkan efektivitas TSM. Dalam praktiknya, TSM dilaksanakan secara terpadu dengan teknik pengendalian lain.

g. Kimia

Pengendalian menggunakan bahan kimia dilakukan dengan mencampur insektisida dengan zat penarik (atraktan) maupun *food attractant* (tertarik dengan makanan). *Food attractant* yang biasa digunakan adalah protein hidrolisa yang berasal dari limbah bir yang kemudian diberi insektisida spinosad dan disemprotkan pada tanaman. Umpan beracun akan dimakan oleh lalat buah dan menyebabkan kematian. Insektisida yang digunakan antara lain adalah yang berbahan aktif alfa sipermetrin 50 g/l, betasiflutrin 25 g/l, profenofos 500 g/l, dan deltametrin 25 g/l.

4.2. Penanganan Pascapanen

Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan agribisnis buah adalah penanganan gangguan OPT pascapanen. Pengelolaan OPT pascapanen pada buah dilakukan dengan mempertimbangkan harga pestisida kimia dan biaya aplikasinya, risiko cemaran yang ditimbulkan, penolakan publik terhadap penggunaan pestisida, suhu, kelembapan, curah hujan, populasi gulma, serangga dan penyakit, serta populasi serangga predator atau parasit yang kemungkinan ada di bangsal penanganan pascapanen buah. Penanganan pascapanen buah dapat menggunakan teknik iradiasi, pencelupan, fumigasi, dan perlakuan udara panas atau udara dingin.

A. Iradiasi

Beberapa spesies lalat buah merupakan hama karantina yang diwaspadai oleh negara pengimpor buah. Oleh karena itu, agar dapat diekspor, buah atau sayuran buah harus mendapat perlakuan karantina atau pengamanan yang tepat oleh negara pengimpor, sesuai dengan pedoman *International Standard of Phytosanitary Measures* (ISPM).

Perlakuan iradiasi menjadi pilihan karena pelarangan penggunaan metil bromida dan metil dibromida, fumigan yang paling banyak digunakan dalam perlakuan karantina. Selain itu, iradiasi memiliki keunggulan tidak meninggalkan residu, praktis, dan efektivitasnya tinggi karena iradiasi gama memiliki daya tembus tinggi. Namun demikian, perlu ditentukan dosis perlakuan yang tepat agar mampu mematikan seluruh hama dalam buah dan sayuran buah. Untuk itu perlu dilakukan penelitian dengan prosedur berikut.

a. Penanganan Prairadiasi

Tidak diperlukan perlakuan khusus terhadap buah atau sayuran sebelum diiradiasi. Buah cukup mendapat perlakuan seperti biasanya, yaitu disimpan dalam suhu dan atmosfer yang sesuai.

b. Efikasi Perlakuan Iradiasi Skala Laboratorium

Tujuannya adalah untuk mencari dosis yang tepat, yaitu dosis yang mampu menyebabkan kematian 100%. Parameter yang diamati meliputi jumlah kepompong yang terbentuk dan jumlah lalat dewasa yang muncul dari kepompong akibat perlakuan. Data yang diperoleh dibuat kurva pengaruh dosis terhadap jumlah lalat dewasa yang terbentuk, untuk memperoleh nilai probit 9 ($LD_{99,9968}$).

c. Uji Konfirmasi

Tujuannya adalah untuk membuktikan bahwa dosis yang dimaksud benar dapat mematikan seluruh lalat buah dalam komoditas siap ekspor. Oleh karena itu, uji ini harus dilaksanakan dalam kondisi sebenarnya atau dalam simulasi. Kematian total dengan perhitungan probit 9 ($LD_{99,9968}$) dengan tingkat kepercayaan 95% memerlukan sasaran perlakuan minimal 93.613 ekor larva lalat buah, dengan hasil tak satu pun larva yang hidup setelah perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa iradiasi dosis 150 Gy terhadap 18.000 ekor larva instar tiga lalat buah *B. dorsalis* kompleks dalam buah belimbing menyebabkan tak satu pun lalat dewasa yang muncul. Pada *B. carambolae*, uji konfirmasi dapat dilakukan pada dosis sekitar itu.

B. Pencelupan

Perlakuan perendaman/pencelupan buah atau sayuran buah dapat menggunakan larutan dimetoat, sebagai contoh untuk *B. dorsalis*. Pencelupan dengan konsentrasi larutan 400 mg/l selama 1 menit dapat mematikan lalat buah.

C. Fumigasi

Fumigasi biasanya dilakukan pada buah yang diduga mengandung lalat buah di dalamnya. Fumigasi menggunakan pestisida berbentuk gas dan harus dilakukan di dalam ruangan tertutup.

D. Perlakuan Udara Panas dan Udara Dingin

Perlakuan pascapanen buah-buahan dan sayuran untuk mencegah penyebaran lalat buah dapat menggunakan mesin modern dengan mengatur suhu tertentu. Sebagai contoh, lalat buah *B. tryoni* dan *B. dorsalis* dapat dimatikan dengan uap panas suhu 44 °C selama 3 jam perlakuan.

Penyebaran lalat buah juga dapat dilakukan dengan pengaliran udara dingin dalam gudang penyimpanan. Pada *B. tryoni*, perlakuan pengaliran udara dingin dapat dilakukan selama 13 hari pada suhu ≤ 0 °C, 14 hari pada $\leq 0,55$ °C, 18 hari pada $\leq 1,11$ °C, 20 hari pada $\leq 1,66$ °C, atau 22 hari pada $\leq 1,22$ °C.

BAB 5.

STRATEGI KEBIJAKAN PENGUATAN KARANTINA

Undang-undang Nomor 16 Tahun 1992 tentang Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan menyebutkan bahwa karantina tumbuhan bertujuan untuk: (1) mencegah masuknya organisme pengganggu tumbuhan karantina (OPTK) dari luar negeri ke dalam wilayah Indonesia, (2) mencegah tersebarnya OPTK dari suatu area ke area lain di Indonesia, dan (3) mencegah keluarnya OPT tertentu dari Indonesia apabila negara tujuan menghendakinya. Dengan demikian, hal yang diatur oleh undang-undang tersebut dititikberatkan pada pengendalian OPT dan OPTK. Dengan dianutnya asas kelestarian sumber daya alam hayati tumbuhan maka penyelenggaraan karantina tumbuhan semata-mata ditujukan untuk melindungi kelestarian sumber daya alam hayati tumbuhan dari serangan OPTK.

Badan Karantina Pertanian (Barantan) Kementerian Pertanian senantiasa melakukan pengawasan terhadap penyelenggaraan perkarantinaaan melalui UPT lingkup Barantan yang tersebar di seluruh Indonesia. Hal ini sesuai dengan amanat Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2019 tentang Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan, yakni untuk melindungi kelestarian sumber daya alam hayati dari ancaman hama penyakit hewan karantina (HPHK) dan organisme pengganggu tumbuhan karantina (OPTK). Selain pengawasan di lapangan,

Barantan juga melakukan penindakan terhadap pelanggaran peraturan karantina pertanian.

Setiap media pembawa OPT/OPTK yang dimasukkan ke dalam, dibawa atau dikirim dari suatu area ke area lain di dalam wilayah Indonesia dikenakan tindakan karantina. Media pembawa OPT/OPTK yang dikeluarkan dari wilayah Indonesia tidak dikenakan tindakan karantina, kecuali disyaratkan oleh negara tujuan. Tindakan karantina yang dilakukan oleh petugas karantina berupa pemeriksaan, pengasingan, pengamatan, perlakuan, penahanan, penolakan, pemusnahan, dan pembebasan.

Dalam operasional perkarantinaan dikenal istilah OPTK. Menurut Undang-undang Nomor 16 Tahun 1992, yang dimaksud dengan OPTK adalah semua OPT yang ditetapkan oleh pemerintah untuk dicegah masuk ke dalam dan tersebar di wilayah Indonesia. Penetapan suatu OPT menjadi OPTK harus didasarkan pada analisis risiko OPT (*pest risk analysis*). Dengan demikian, penetapan OPT menjadi OPTK harus didasarkan atas penilaian apakah OPT itu dapat menimbulkan suatu risiko dan dampak terhadap lingkungan dan ekonomi jika berhasil masuk ke Indonesia. OPT/OPTK yang menjadi sasaran pemeriksaan karantina meliputi cendawan (jamur), bakteri, virus, serangga (insekta), keong (*slug and snails*), tungau (akarina), nematoda, gulma, dan fitomonas.

Berkaitan dengan OPTK, dikenal dua golongan, yaitu OPTK A1 dan OPTK A2. OPTK A1 adalah OPTK yang sama sekali belum terdapat di wilayah Indonesia. Sementara OPTK A2 adalah OPTK yang sudah ada di wilayah Indonesia, namun penyebarannya masih terbatas di suatu pulau/area dan OPTK tersebut sedang dilakukan upaya pengendalian. Penetapan jenis-jenis OPTK A1 tertuang dalam Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 38 Tahun 1990, sedangkan penetapan jenis-jenis

OPTK A2 tertuang dalam Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 718 Tahun 1989.

Penerapan peraturan karantina yang ketat mengharuskan penanganan pascapanen yang baik untuk mencegah penyebaran OPTK di dalam negeri dan meningkatkan ekspor produk hortikultura dari Indonesia. Kegiatan monitoring di luar dan di dalam negeri untuk menginventarisasi jenis-jenis lalat buah dan mengumpulkan informasi distribusi lalat buah, sangat menunjang pelaksanaan karantina untuk mencegah masuk atau meluasnya penyebaran lalat buah di suatu wilayah.

Karantina pertanian memiliki peran penting dan strategis dalam penguatan *border management control*. Saat ini telah banyak ditetapkan tempat pemasukan dan pengeluaran media pembawa HPHK maupun OPTK, begitu pula Pos Lintas Batas Negara di wilayah perbatasan antarnegara. Dalam hal ini, tidak hanya diperlukan pembangunan sarana dan prasarana, tetapi juga dukungan sumber daya manusia yang kompeten dan andal.

Pelaksanaan operasional perkarantinaan selama ini masih mengalami berbagai kendala, terutama di wilayah perbatasan antarnegara. Tidak dipungkiri kondisi wilayah perbatasan cukup sulit, sementara tanggung jawab besar dipikul untuk melindungi negeri dari ancaman HPHK, OPTK, hewan, dan tumbuhan asing yang dapat merusak sumber daya alam hayati serta masuknya pangan segar yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan.

Kondisi tersebut menjadi peluang maraknya pelanggaran dalam karantina pertanian, seperti pemasukan pangan secara ilegal melalui wilayah perbatasan. Pemasukan komoditas pertanian tanpa pemeriksaan karantina berpotensi membawa HPHK dan OPTK ke wilayah Indonesia yang dapat merusak industri pertanian di dalam negeri.

Meningkatnya lalu lintas dan volume perdagangan dengan berbagai moda transportasi dan bertambahnya tempat pemasukan/pengeluaran di sekitar wilayah perbatasan baik darat maupun laut, membuka peluang masuknya pangan secara ilegal dari luar negeri. Di sisi lain, pertambahan jumlah penduduk di wilayah perbatasan meningkatkan kebutuhan pangan, sementara upaya pemenuhan kebutuhan pangan dari provinsi terdekat masih kurang memadai. Kondisi ini menjadi peluang maraknya pelanggaran, seperti pemasukan pangan secara ilegal dari luar negeri melalui wilayah perbatasan. Importasi pangan ilegal berpotensi menyebarkan HPHK dan OPTK ke sentra produksi pertanian di Indonesia serta mengancam program kemandirian pangan.

Menghadapi kondisi tersebut, Barantan menginisiasi komitmen bersama dengan instansi terkait untuk melakukan penguatan operasional perkarantinaan di zona rawan penyelundupan komoditas pangan. Penguatan operasional tersebut tertuang secara yuridis formal dalam bentuk Perjanjian Kerjasama dengan TNI dan POLRI sejak tahun 2012. Kerja sama yang terbaru dilakukan pada tahun 2019 dengan Direktorat Jenderal Bea dan Cukai serta Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BKIPM) Kementerian Kelautan dan Perikanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alyoklin, A.V., Messing, R.H. & Duan, J.J. 2000. Visual and olfactory stimuli and fruit maturity affect trap captures of oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 93 (3), 664–649.
- Astriyani, N.K.N.K., Supartha, I.W., & Sudiarta, I.P. 2016. Kelimpahan populasi dan persentase serangan lalat buah yang menyerang tanaman buah-buahan di Bali. *J. Agric. Sci. Biotechnol.* 5 (1), 19–27.
- Bateman, 1972. The ecology of fruit flies. *Ann. Rev. Entomol.* 17, 493–519.
- Bautista, R.C., Harris, E.J., Vargas, R.I. & Jang, E.B. 2004. Parasitization of melon fly (Diptera: Tephritidae) by *Fopius arisanus* and *Psytalia fletcheri* (Hymenoptera: Braconidae) and the effect of fruit substrates on host preference by parasitoids. *Biol. Control* 30, 156–164.
- Bawa, S.A., Ofori, S., Yawson, G. & Maxwell, B. 2016. Evaluation of two trap types on the capture of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the Assin North Municipality, Ghana. *Agric. Sci. Res. J.* 6(9) 235–240.
- CABI-Indo-Australasian Dacini Fruit Flies, Ian White & D.L. Hancock. 1997. (CD-ROM).
- Chiu, H. & Chu, Y.I. 1988. The male annihilation of oriental fruit fly on Lambay Island. *Chin. J. Entomol.* 8, 81–94.

- Christenson, L.C. & Foote, R.H. 1960. Biology of fruit flies. *Ann. Rev. Entomol.* 5, 171–192.
- Clarke, A.R., Powell, K.S., Weldon, C.W. & Taylor, P.W. 2010. The ecology of *Bactrocera tryoni* (Diptera: Tephritidae): what do we know to assist pest management? *Ann. Appl. Biol.* 158, 6–54.
- Dias, N.P., Zotti, M.J., Montoya, P., Carvalho, I.R. & Nava, D.E. 2018. Fruit fly management research: A systematic review of monitoring and control tactics in the world. *Crop Protection* 112, 187–200.
- Drew, R.A.I. & Hancock. 1994. The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera; Tephritidae; Dacinae) in Asia. *Bull. Entomol. Res. Supp.* 2, 1–68.
- Fletcher, B.S. 1989. Ecology, life history strategies of Tephritid fruit flies, In: Robinson, A.S. & Hooper, G., Eds. *Fruit Flies, Their Biology, Natural Enemies and Control* 3 (B), 195–208.
- Ganie, S.A., Khan, Z.H., Ahangar, R.A., Bhat, H.A. & Hussain, B. 2013. Population dynamics, distribution, and species diversity of fruit flies on cucurbits in Kashmir Valley, India. *J. Insect Sci.* 13, 65.
- Gazit, Y., Rosseler Y., Epsky N.D., & Health R.R., 1998. Trapping females of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Israel: comparison of lures and trap type. *J. Econ. Entomol.* 91, 1355–1359.
- Gupta, D., Verma, A.K. & Divender, G. 1992. Population fluctuation of the maggots of fruit flies (*Dacus cucurbitae* Coquillett and *D. tau* Walker) infesting cucurbitaceous crops. *Adv. Plant Sci.* 5, 518–523.
- Hafsi, A., Facon, B., Ravigné, V., Chiroleu, F., Quilici, S., Chermiti, B. & Duyck, P.F. 2016. Host plant range of a fruit fly

- community (Diptera: Tephritidae): does fruit composition influence larval performance? *BMC Ecol. J.* 16, 40.
- Hardy, D.E. 1973. The fruit flies (Tephritidae-Diptera) of Thailand and bordering countries. *Pacific Insects Monograph* 31: 1–353 (RAE 62, 29–62).
- Hardy, D.E. 1975. The fruit flies of the Philippines (Diptera: Tephritidae). *Pacific Insects Monograph* 32, 1–266. (RAE, 63–780).
- Hardy, D.E. 1982. The Dacini of Sulawesi (Diptera: Tephritidae). *Treubia* 28, 173–241.
- Hardy, D.E. 1983a. The fruit flies of the genus *Dacus* Fabricius of Java, Sumatera and Lombok, Indonesia (Diptera: Tephritidae). *Treubia* 29, 1–45.
- Hardy, D.E. 1983b. The fruit flies of tribe Euphrantini of Indonesia, New Guinea, and adjacent islands (Tephritidae: Diptera). *Int. J. Entomol.* 25, 152–205 (RAE, 72–2815).
- Hasyim, A., Setiawati, W. & Lukman, L. 2015. Inovasi teknologi pengendalian OPT ramah lingkungan pada cabai: Upaya alternatif menuju ekosistem harmonis. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian* 8(1): 1–10.
- Hasyim A, Muryati & W.J de Kogel. 2006. Efektifitas model dan Ketinggian perangkap dalam menangkap hama lalat buah jantan, *Bactrocera* spp. *J. Hort.* 16(4): 299–305.
- Hasyim, A. A. Boy & Y. Hilman. 2010. Respons lalat buah jantan (Diptera: Tephritidae) terhadap beberapa jenis atraktan dan warna perangkap di kebun Petani. *J. Hort.* 19(3): 334–343.
- Hasyim, A. Muryati & W.J. de Kogel. 2008. Population fluctuation of dult males of the Fruit fly, *Bactocera tau* (Diptera: Tephritidae) in

- Passion fruit orchards in relation to abiotic factors and Sanitation. *Indones. J. Agric. Sci.* 9 (1): 29–33.
- Hasyim, A. Muryati, Mizu Istianto & W.J. de Kogel. 2007. Male Fruit Fly, *Bactrocera tau* (Diptera; Tephritidae) Attractants from *Elsholtzia pubescens* Bth. *Asian J. Plant Sci.* 6(1): 181–184.
- Hasyim, A. W. Setiawati, L. Lukman & A. Hudayya. 2018. Potensi ekstrak tanaman sebagai Bio-Repellent untuk mengendalikan hama lalat buah dan hama penggerek buah pada tanaman cabai merah. *J. Horti* (Dalam proses).
- Hossain, M.S., Sarkar, B.C., Hossain, M.M., Mian, M.Y., Rajotte E.G., Muniappan R., & O'Rourke, M.E. 2019. Comparison of biorational management approaches against mango fruit fly (*Bactrocera dorsalis* Hendel) in Bangladesh. *J. Crop Protection* 2–5.
- Hossain, M.A., Leblanc, L., Momen, M., Bari, M.A. & Khan, S.A. 2019. Seasonal abundance of economically important fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Bangladesh, in relation to abiotic factors and host plants. *Pro. Hawaiian Entomol. Soc.* 51(2): 25–37.
- Howarth, V.M.C. & Howarth, F.G. 2000. Attractiveness of methyl eugenol-baited traps to oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae): effects of dosage, placement, and color. *Proc. Hawaii. Entomol. Soc.* 34, 187.
- Kakinohana, H., Kuba, H., Kohama, T., Kinjo, K., Taniguchi, M., Nakamori, H., Tanahara, A. & Sokei, Y. 1997. Eradication of the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* Coquillett, by mass release of sterile flies in Okinawa Prefecture, Japan. *JARQ* 31, 91–100.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia*. (Edisi terjemahan dan revisi) P.A. Van der Laan. Jakarta: PT Ichtiar Baru-Van Hoeve. 701 hlm.

- Kardinan, A. 2000. *Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasi*. Cetakan ke-2. Jakarta: Penebar Swadaya. 80 hlm.
- Katsoyannos, B.I. & Kouloussis, N.A. 2001. Capture of the olive fruit-fly, *Bactrocera oleae* on spheres of different colours. *Entomol. Experiment. App.* 100, 165–172.
- Khan, M.M., Shah, S.W.H., Akhter, I. & Malik, H. 2017. Integrated pest management of fruit flies in guava orchids. *J. Entomol. Zool. Studies* 5(2), 135–138.
- Kibira, M., Affognon, H., Njehia, B., Muriithi, B., Mohamed, S. & Ekesi, S. 2010. Economic evaluation of integrated management of fruit fly in mango production in Embu County, Kenya. *Afr. J. Agric. Resour. Econ.* 10, 343–353.
- Kuswadi, A.N., Sikumbang, D., Indarwatmi, M. & Nasution, I.A. 2000. Fasilitas untuk memproduksi kepompong lalat buah *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock) secara massal. Seminar Nasional Biologi XVI, PBI-ITB, 25–27 Juli 2000.
- Kuswadi, A.N., Himawan, T., Darmawi, Indarwatmi, M. & Nasution, I.A. 1999. Pemantauan dan pengendalian populasi lalat buah *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock) dengan metil eugenol dalam rangka penerapan teknik serangga mandul. *Prosiding Seminar Nasional PEI Bogor*, 293–300.
- Lasa, R., Velázquez, O.E., Ortega, R. & Acosta, E. 2014. Efficacy of commercial traps and food odor attractants for mass trapping of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 107(1): 198–205.
- Lee, L.W.Y., Hwang, Y.B., Cheng, C.C. & Chang, J.C. 1992. Population fluctuation of the melon fly, *Dacus cucurbitae*, in northeastern Taiwan. *Chinese J. Entomol.*, 12, 285–292.
- Liang, G.Q., Yang, G.H., Liang, F., Lan, Q.Q. & Xu, W. 1991. The first report of an analysis of proteins from larvae of 4 species

- of fruit flies with electrophoresis. *Acta Agricultural Universitatis Jianxiensis*, 13, 134–136.
- Liu, Y.C. & Yeh, C.C. 1982. Population fluctuation of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel, in sterile fly release and control area. *Chinese J. Entomol.*, 2, 57–70.
- Manoto, E.C. 1994, A feasibility study for integrated fruit fly management program based on sterile insect technique on Guimaras Island. Feasibility Study Committee Meeting Sterile Insect Technique. Manila 10–14 Oct. 1994.
- McQuate, G.T. & Teruya, T. 2015. Melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae), infestation in host fruits in the Southwestern Islands of Japan before the initiation of island-wide population suppression, as recorded in publications of Japanese public institutions. *Int. J. Insect Sci.* 7(7): 27–37.
- Metcalf, R.L. 1982. Insecticides in Pest Management. In: Introduction to Insect Pest Management (R.L. Metcalf & W.L. Luckmann, eds.) p:217–278. A Wiley Interscience Publ., New York.
- Muryati, Trisyono, Y.A., Witjaksono & Wahyono. 2013. Oviposition deterrent of *Bactrocera carambolae* resulted from eggs deposition on mango. *AGRIVITA J. Agric. Sci.* 39(2): 201–213.
- Octriana, L. 2010. Identifikasi dan analisis tingkat parasitasi jenis parasitoid terhadap hama lalat buah *Bactrocera tau* pada tanaman markisa. *J. Hort.* 20(2): 179–185.
- Raghuvanshi, A.K, Satpathy, S. & Mishra, D.S. 2012. Role of abiotic factors on seasonal abundance and infestation of fruit fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coq.) on bitter gourd. *J. Plant Prot. Res.* 52, 264–267.

- Rahman, M.M., Howlader, M.T.H., Islam, K.S. & Morshed, M.N. 2019. Efficacy of three biopesticides against cucurbit fruit fly, *Bactrocera cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae) and yield of bitter gourd. *J. Bangladesh Agric. Univ.* 17(4): 483–489.
- Ranganath, H.R., Suryanarayana, M.A. & Veenakumari, K. 1997. Management of melon fly (*Bactrocera* (*Zeugodacus*) *cucurbitae* Coquillett) in cucurbits in South Andaman. *Insect Environ.* 3(2): 32–33.
- Ryckewaert, P., Deguine, J.P., Brévault, & Vayssières, J.F. 2010. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) on vegetable crops in Reunion Island (Indian Ocean): state of knowledge, control methods and prospects for management. *Fruits* 65, 113–130.
- Said, A.E., Fatahuddin, Asman & Nasruddin, A. 2017. Effect of sticky trap color and height on the capture of adult oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) on chili pepper. *Am. J. Agric. Biol. Sci.* 12 (1): 13–17.
- Sari, P.M., Bakti & Lisdayani. 2019. Parasitization and identification of the red guava fruit fly parasitoids in the Deli Serdang District. *Planta Tropika: Jurnal Agrosains* 7 (2): 137–140.
- Sarwar, M. 2015. How to manage fruit fly (Family Tephritidae) pests damage on different plant host species by take up of physical control measures. *Int. J. Animal Biol.* 1 (4): 124–129.
- Sarwono, Handoko & Rosmahani, L. 1993. Identifikasi dan potensi parasitoid lalat buah mangga (*Dacus dorsalis*). *Penel. Hort.* 5(3): 71–78.
- Sarwono, Rosmahani, L. & Sidik, N.I. 1989. Distribusi dan tingkat serangan lalat buah (*Dacus dorsalis* complex) di beberapa sentra produksi mangga di Jawa Timur dan Bali. *Penel. Hort.*, 5 (1), 79–84.

- Shelly, T.E. & Edu, J. 2008. Do methyl eugenol-fed males of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) induce female remating. *Florida Entomol.* 91, 388–392.
- Shukla, R.P. & P.G. Prasad. 1985. Population fluctuation of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel in relation to host and abiotic factors. *Trop. Pest Management* 31, 273–275.
- Sikandar, Z., Afzal, M.B.S., Qasim, M.Y., Banazeer, A., Aziz, A., Khan, M.N., Mughal, K.M. & Tariq, H. 2017. Color preferences of fruit flies to methyl eugenol traps, population trend and dominance of fruit fly species in citrus orchards of Sargodha, Pakistan. *J. Entomol. Zoology Studies* 5(6): 2190–2194.
- Sikumbang, D., Nasution, I.A., Indarwatmi, M. & Kuswadi, A.N. 2001. Pengembangan parasitasi *Biosteres* sp. pada larva *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock) sebagai komplementer teknik serangga mandul. *Risalah Pertemuan Ilmiah dan Pengembangan Aplikasi Iotop dan Radiasi*. hlm. 373–377.
- Siwi, S.S. 2004. *Jenis-jenis Lalat Buah Penting di Indonesia dan Macam Tanaman Inangnya*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Snow, J.W. 1988. Radiation, insect and eradication in North America: An overview from screw-worm to bollworm. *Proc. Symp. Modern Insect Control: Nuclear Technique and Biotechnology*. Vienna. pp 3–13.
- Sodiq, M. 1993. *Aspek Biologi dan Sebaran Populasi Lalat Buah pada Tanaman Mangga dengan Pengembangan Model Pengendalian Hama Terpadu*. Desertasi. Surabaya: Program Pascasarjana Universitas Airlangga. 203 hlm.

- Sodiq, M., Sudarmadji & Sutoyo. 2016. Pengaruh atraktan terhadap lalat buah pada tanaman belimbing di Kabupaten Blitar. *Agrovigor* 9 (2): 125–113.
- Steiner, L.F., Harris, F.J., Mitchell, W.C., Fujimoto, M.S. & Christenson, I.D. 1965, melon fly eradication by overflooding with sterile flies. *J. Econ. Entomol.* 58 (3): 519–523.
- Suputa, Trisyono, Y.A., Martono, E. & Siwi, S.S. 2010. Pembaruan informasi kisaran inang spesies lalat buah di Indonesia. *JPTI* 16(2): 62–75.
- Susanto, A., Supriyadi, Y., Tohidin, Susniahti, N. & Hafizh, V. 2017. Fluktuasi populasi lalat buah *Bactrocera* spp. (Diptera: Tephritidae) pada pertanaman cabai merah (*Capsicum annuum*) di Kabupaten Bandung, Jawa Barat. *J. Agrikultura* 28 (3): 141–150.
- Sutrisno, S. 1991. Current fruit fly problems in Indonesia. Proceeding of International Symposium on The Biology and Control of Fruit Flies. Okinawa-Japan 2–4 September. 72–78.
- Tan, K.H. & Nishida, R. 1996. Sex pheromone and mating competition after methyl eugenol consumption in the *Bactrocera dorsalis* complex. In: McPheron, B.A. & Steck, G.J. (eds.), *Fruit Fly Pests*, Florida, St. Lucie, pp. 147–53.
- Tati-Subahar, S.S. 1999. Dampak konsumsi metil eugenol terhadap perilaku dan keberhasilan perkawinan lalat buah *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). *J. Perlindungan Tan. Indone.* 5, 114–119.
- Ugwu, J.A., Omoloye, A.A. & Ogunfumilayo, A.O. 2018. Evaluation of traps and attractants for mass trapping of African invader fly, *Bactrocera invadens* on mango in South West Nigeria. *Agro-Science J. Trop. Agri. Food, Environ. Ext.*

- Vargas, R.I. & Nishida, T. 1985. Life history and demographic parameters of *Dacus latifrons* (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 78(6): 1242–1244.
- Waterhouse, D.F. 1993. *Biological Control: Pacific Prospects, Supplement 2*, ACIAR, Canberra, Australia, VII: 138 pp.
- Weems, H.V. 1964. Melon fly (*Dacus cucurbitae* Coquillett) (Diptera: Tephritidae). *Entomology Circular, Division of Plant Industry, Florida Department of Agriculture and Consumer Services* 21, 1–2.
- Weidhaas, D.E., Labreque, G.C., Lofgren, C.S. & Schmidt, C.H. 1972, Insect sterility in population dynamics research. *WHO Bull.* 47, 309–314.
- White, I.M. & Hancock, D.L. 1997. *Cabikey to the Indo-Australian Dacini Fruit Flies* [CD ROM]. Oxfordshire, UK: CABI Publishing.
- White, I.M. & Elson-Harris, M.M. 1992. *Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics*. Wallingford, Oxon, United Kingdom: CAB International.
- Wyss, J.H. 2000. Screw-worm eradication in the America – Overview. In: Tan, K.H (Ed.), *Area Wide Control of Fruit Flies and Other Pests*. Pulau Penang: Penerbit Univ. Sains Malaysia. pp. 79–94.
- Ye, H. & Liu, J.H. 2007. Population dynamics of oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Xishuangbanna, Yunnan Province, China. *Frontiers in Agriculture of China* 1(1): 76–80.
- Yong, H.S. 1990. Flower of *Dendrobium anosmum* (Orchidaceae): A male fruit-fly attractant of the cue lure group. *Nature Malaysiana* 15, 112–115.

- Zavala, J.L., Guterrez, J., Reyes, J. & Vellasennor, A. 1991. Fruit fly eradication program in Mexico. *Proc. Int. Symp. Biol. and Control of Fruit Flies* 32–43.
- Zhou, S.K., Li, G.X., Qiu, Z.H., Li, Z. & Li, X.T. 1993. A study on the bionomics and control of *Dacus (Zeugadacus) tau* (Walker). *Plant Protection* 19, 11–12.

INDEKS

B

<i>Bactrocera albistrigata</i>	1,5,30
<i>Bactrocera dorsalis</i>	5, 18,19,
<i>Bactrocera carambolae</i>	5,6,7,13,15,44,51,52,58,61
<i>Bactrocera caryae</i>	13
<i>Bactrocera caudatus</i>	7
<i>Bactrocera caudata</i>	2, 5,
<i>Bactrocera conformis</i>	6, 7, 13, 16, 17, 20,
<i>Bactrocera cucurbitae</i>	2, 5, 25, 26, 44
<i>Bactrocera ferrugineus</i>	6, 7, 17, 20
<i>Bactrocera frauenfeldi</i>	28
<i>Bactrocera hageni</i>	6,
<i>Bactrocera kandiensis</i>	13,
<i>Bactrocera maculipennis</i>	6, 7, 20
<i>Bactrocera neohomeralis</i>	46
<i>Bactrocera papayae</i>	2, 5, 6, 7, 13, 14,
<i>Bactrocera pedestris</i>	7, 16, 20
<i>Bactrocera philippinensis</i>	13
<i>Bactrocera pyrifoliae</i>	13
<i>Bactrocera tau</i>	2, 5, 6, ,7, 20, 21, 22
<i>Bactrocera tryoni</i>	46, 51, 62
<i>Bactrocera umbrosa</i>	2, 5, 7
<i>Bactrocera vespoides</i>	7

C

<i>Ceratitis capitata</i>	57
---------------------------	----

D

<i>Dacus caudatus var. nubilus</i>	20,
------------------------------------	-----

<i>Dacus dorsalis</i>	17, 71, 73
<i>Diachasmimorpha kraussii</i>	51
I	
Imago	8, 9, 10, 12, 14, 24, 26, 27, 28, 30
Instar	9, 10, 26, 27, 30, 61
Intensitas serangan	50
K	
Kehilangan hasil	v, 2
L	
Larva	vii, 1, 9, 10, 14, 15, 17, 19, 21, 22, 26, 27, 30, 32, 48, 49, 50, 51, 61, 82
M	
<i>Melaleuca bracteata</i>	52, 54, 55
Monitoring	31, 32, 65
O	
<i>Opius</i> sp	33, 50, 51
<i>Ocimum</i> spp.	52
P	
Parasitoid	50, 51, 82
<i>Pheidole megacephala</i>	51
<i>Philantus turbidus</i>	51
PHT	vii, 5, 31, 37, 38, 29, 41, 49
Pupa	9, 10, 11, 15, 19, 22, 26, 27, 30, 36, 48, 49, 50
S	
<i>Strumeta dorsalis</i>	17
T	
Telur	vii, 1, 9, 10, 11, 12, 15, 19, 26, 41, 48, 50, 57
Z	
<i>Zelus renardi</i>	51

GLOSARIUM

Abdomen	: Bagian perut serangga, terdiri atas 7–10 segmen bergantung pada jenisnya. Pada bagian ini terdapat usus, jantung, dan alat-alat kelamin luar dan dalam.
Atraktan	: Zat penarik merupakan zat kimia yang dapat menyebabkan serangga bergerak mendekati sumber zat tersebut.
<i>Bio-repellent</i>	: Menolak atau mencegah kehadiran serangga.
Dinamika populasi	: Naik turunnya jumlah serangga dalam suatu populasi. Penyebab naik turunnya jumlah populasi serangga dipengaruhi oleh natalitas (kelahiran), mortalitas (kematian), dan migrasi (perpindahan).
Endemis	: Keadaan atau karakteristik wilayah atau lingkungan tertentu yang ada hubungannya dengan penyakit. Penyakit ini selalu ada di daerah tersebut tetapi frekuensinya rendah.
Feromon	: Substansi kimia yang dilepaskan oleh suatu organisme ke lingkungannya yang memungkinkan organisme tersebut mengadakan komunikasi secara intraspesifik dengan individu lain. Feromon bermanfaat dalam monitoring

	populasi maupun pengendalian hama.
Mesonotum	: Segmen toraks tengah.
Metil eugenol	: Senyawa kimia yang bersifat atraktan atau sebagai penarik serangga terutama terhadap lalat buah. Atraktan tidak meninggalkan residu pada buah dan mudah diaplikasikan pada lahan yang luas.
Musuh alami	: Organisme yang ditemukan di alam yang dapat membunuh serangga sekaligus melemahkan serangga, sehingga dapat mengakibatkan kematian pada serangga dan mengurangi fase reproduktif serangga. Musuh alam biasanya mengurangi jumlah populasi serangga, inang atau pemangsa, dengan memakan individu serangga.
Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT)	: Semua organisme yang dapat merusak/mengganggu kehidupan atau menyebabkan kematian pada tanaman pangan dan hortikultura, termasuk di dalamnya hama, penyakit, dan gulma.
Ovipositor	: Alat untuk meletakkan telur pada area yang sesuai serta dengan komposisi baris yang sesuai, misalnya meletakkan telur di permukaan daun dengan posisi berjajar memanjang.
Parasitoid	: Serangga yang larvanya berkembang pada organisme lain sebagai inang dan umumnya membunuh inangnya.
Patogen	: Mikroorganisme yang dapat menyebabkan infeksi dan menimbulkan penyakit terhadap OPT. Secara spesifik

	mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit pada serangga disebut entomopatogen. Patogen berguna karena mematikan banyak jenis serangga hama tanaman, seperti jamur, bakteri dan virus. Patogen yang bisa mengendalikan hama dan penyakit disebut sebagai pestisida mikroba.
Polifag	: Hama yang mempunyai banyak jenis tanaman inang.
Pengendalian Hama Terpadu (PHT)	: Suatu konsepsi atau cara berpikir mengenai pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) dengan pendekatan ekologi yang bersifat multidisiplin untuk mengelola populasi hama dan penyakit dengan memanfaatkan beragam taktik pengendalian yang kompatibel dalam suatu kesatuan koordinasi pengelolaan.
Pengendalian hayati	: Taktik pengelolaan hama secara sengaja dengan memanfaatkan atau memanipulasi musuh alami/agens hayati untuk menekan atau mengendalikan OPT.
Perangkap	: Suatu cara untuk menjebak hama menggunakan pemikat tertentu agar jebakan berhasil menarik perhatian mangsa untuk mendekatinya. Perangkap dapat dibuat dengan memberi umpan sesuatu yang disukai hama. Perangkap ada yang dibuat berdasarkan warna, cahaya, aroma, dan rasa yang disukai hama.

Pestisida biorasional	: Pestisida yang berasal dari alam yang sangat minim pengaruhnya terhadap manusia, lingkungan, dan organisme lain yang bermanfaat.
Predator	: Sejenis hewan yang memburu, menangkap, dan memakan hewan lain. Hewan yang diburu pemangsa disebut mangsa. Pemangsa biasanya karnivora (pemakan daging) atau omnivora (pemakan tanaman dan hewan lain).
Sanitasi	: Kondisi yang tidak sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangbiakan hama.
Taksonomi	: Penyusunan yang teratur dan bernorma mengenai organisme-organisme ke dalam kelompok-kelompok yang tepat dengan menggunakan nama-nama yang sesuai dan benar.
Toraks	: Ruas-ruas badan serangga di belakang kepala, ada tiga: pro, meso, dan metatoraks.

TENTANG PENULIS



Prof. Dr. Ahsol Hasyim, M.S. lahir di Batu Sangkar pada 12 Desember 1955, adalah anak kedua dari lima bersaudara. Memperoleh gelar Sarjana Biologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas pada tahun 1983, memperoleh gelar Magister Sain Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan dari Universitas Gadjah Mada pada tahun 1988, dan memperoleh gelar Doktor Ilmu Ekologi Serangga pada Faculty of Science and Technology, Kanazawa University, Jepang pada tahun 1994. Karier sebagai peneliti diawali di Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukarami, Sumatera Barat, pada tahun 1983–1995, Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika di Solok tahun 1995–2007, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan tahun 2007–2008, dan mulai tahun 2008 menjadi peneliti hama dan penyakit tanaman di Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang, Bandung Barat. Pernah mengikuti beberapa pelatihan yang terkait bidang kompetensinya, antara lain *Integrated Pest Management* di IRRI Filipina tahun 1985, *Damage Assessment Methods and Integrated Pest Management for Banana Weevil and Nematodes* di Thailand tahun 1995, *Mobilizing IPM for Sustainable Banana Production in Africa* di Afrika Selatan tahun 1998, *Research Visiting Scienties* di Uganda tahun 2000, *Post Doc JIRCAS* di Tsukuba-Jepang tahun 2003–2004, *Research Visiting Scienties* di Wageningen-Belanda tahun 2006, *Visiting Research Scienties* di Yokohama-Jepang tahun 2013, *Visiting Research Scienties in Sakata*

Seed di Kakegawa-Jepang tahun 2015, dan *Chili Papers Expert* di Uzbekistan tahun 2018. Telah menghasilkan 91 karya tulis ilmiah yang ditulis sendiri maupun dengan penulis lain dalam bentuk buku, jurnal, prosiding, dan makalah yang diterbitkan, dan 30 di antaranya dalam bahasa Inggris.



Dr. Liferdi Lukman SP, M.Si. lahir di Solok pada 07 Oktober 1970. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas Pertanian Universitas Mahaputra Muhammad Yamin (UMMY) Solok, serta S2 tahun 2000 dan S3 tahun 2007 pada Program Studi Agronomi Institut Pertanian Bogor. Menekuni bidang ekofisiologi dan hara tanaman buah-buahan terutama manggis, rambutan, dan duku serta sayuran, serta aktif di organisasi profesi seperti Persatuan Agronomi Indonesia, Persatuan Hortikultura Indonesia, dan Asosiasi Mikoriza Indonesia. Jabatan fungsional adalah Peneliti Madya. Jabatan struktural yang pernah diembannya adalah Kepala Seksi Jasa Penelitian pada Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) tahun 2010–2011, Kepala Balitsa tahun 2011–2016, Kepala BPTP Jawa Barat 2016–2019, dan Direktur Buah dan Florikultura, Ditjen Hortikultura tahun 2019–sekarang. Telah menghasilkan lebih kurang 65 karya tulis ilmiah yang ditulis dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris, baik sebagai penulis tunggal maupun bersama penulis lain. Pernah mengikuti kunjungan ke berbagai institusi di luar negeri di antaranya Sakata Seed, Kakegawa-Jepang, Thailand, dan Malaysia.



Ir. Wiwin Setiawati, M.S. lahir di Bandung pada 22 Agustus 1957. Mendapat Gelar Sarjana Pertanian (Jurusan Proteksi Tanaman) pada tahun 1982 dari Universitas Padjadjaran, Bandung. Pendidikan S2 (Jurusan Biologi Lingkungan) ditempuh di Institut Teknologi Bandung dan selesai pada tahun 1989 dengan gelar Magister Sains (MS). Pengabdianya pada Kementerian

Pertanian dimulai pada 1 Maret 1983 di Balai Penelitian Tanaman Pangan Lembang, yang kini bernama Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Adapun tugas yang pernah diembannya antara lain Ketua Kelompok Peneliti (Kelti) Hama Penyakit tahun 1995–2003, Kepala Sub Seksi Kerjasama 2000–2001, Kepala Seksi Rencana Kerja 2001, Kepala Seksi Pelayanan Teknis 2001–2007, Sekretaris Perhimpunan Entomologi Indonesia (PEI) 1989–1997, dan Sekretaris Kerjasama Penelitian PEI Pusat 2003. Jabatan fungsional saat ini adalah Ahli Peneliti Utama. Menghasilkan lebih kurang 135 karya tulis ilmiah dalam bahasa Indonesia maupun Inggris, baik sebagai penulis tunggal maupun bersama penulis lain. Pernah mengikuti berbagai pelatihan di luar negeri, di antaranya *Integrated Pest Management* (IPM) di Belanda, Biopestisida di Peru, serta Pengendalian Lalat Buah di Jepang dan Filipina.

Teknologi Pengendalian Hama Lalat Buah

Lalat buah menjadi hama penting pada buah-buahan maupun sayuran buah. Kehilangan hasil akibat serangan hama ini bervariasi, bergantung pada kondisi lingkungan pertanaman dan jenis tanaman yang diserang. Dalam upaya mengendalikan hama ini, pengetahuan tentang jenis-jenis lalat buah dan tanaman inangnya, sangat penting bagi para petugas maupun pelaku perlindungan tanaman hortikultura agar pengendalian tepat sasaran dan efisien.

Pengendalian lalat buah hendaknya dilakukan secara terpadu, mulai dari prapanen sampai pascapanen. Perlakuan prapanen, seperti pembungkusan buah, penggunaan perangkap, kultur tenis, dan biologis/biopestisida rasional, terbukti dapat menyelamatkan hasil panen secara nyata. Sementara perlakuan pascapanen, yakni radiasi, pencelupan buah, fumigasi, dan perlakuan udara panas dan udara dingin, juga berpeluang meningkatkan mutu buah dan sayuran untuk ekspor. Strategi pengendalian yang tak kalah pentingnya adalah peraturan perkarantinaan untuk mencegah penyebaran lalat buah dan masuknya lalat buah dari negara lain.

Buku ini mengulas tuntas lalat buah mulai dari taksonomi, tanaman inang hingga upaya pengendaliannya. Semoga buku ini dapat memberi sumbangan dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pengetahuan tentang jenis hama lalat buah dan teknologi pengendaliannya pada tahap prapanen dan pascapanen buah dan sayuran.



Sekretariat Badan Litbang Pertanian

Jl. Ragunan No. 29 Pasar Minggu, Jakarta 12540

Telp. (021) 7806202, Fax (021) 7800644

Website : www.litbang.pertanian.go.id

Email : iaardpress@litbang.pertanian.go.id

Pertanian

ISBN 978-602-344-286-7

