

---

---

# TEKNOLOGI PENGENDALIAN RAMAH LINGKUNGAN PENGGEREK BUAH KAKAO (*Conopomorpha cramerella* Snell.)

## ***ENVIRONMENTALLY FRIENDLY TECHNOLOGY CONTROL OF COCOA POD BORERS (Conopomorpha cramerella Snell.)***

Samsudin

### **BALAI PENELITIAN TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR**

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

*samsudin.afaqih@gmail.com*

### **ABSTRAK**

Penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* (Snellen) merupakan hama utama pada tanaman kakao di Indonesia. Persentase serangan hama ini rata-rata dapat mencapai lebih dari 90%, yang mengakibatkan kehilangan hasil mencapai 64,9%–82,2%. Serangan hama ini sangat khas dan sulit dideteksi karena imago betina meletakkan telur pada buah kakao yang masih muda dan gejala baru terlihat pada saat buah siap dipanen. Telur diletakkan pada permukaan buah kakao, kemudian menetas dan larva instar ke-1 menggerek kulit buah masuk ke dalam buah. Larva hidup di dalam buah sehingga sulit untuk dikendalikan. Upaya pengendalian hama ini harus dilakukan secara terpadu berbasis pemahaman terhadap bioekologi dan teknologi budidaya kakao yang baik. Pengendalian terpadu PBK meliputi: penanaman atau sambung samping dengan klon tahan PBK, pemupukan berimbang, pemangkasan secara periodik, pemanenan, sanitasi kebun, penjarangan buah muda, memelihara semut hitam, penyemprotan dengan pestisida nabati, dan penggunaan jamur entomopatogen.

**Kata kunci:** Kakao, bioekologi, *Conopomorpha cramerella*, PBK, pengendalian terpadu

### **ABSTRACT**

*Cocoa pod borer (CPB) Conopomorpha cramerella (Snellen) is one of the major pest of cocoa in Indonesia. The percentage of CPB attacks can reach more than 90%, which resulted in loss of yield at about 64.9% to 82.2%. This pest was very distinctive and difficult to detect due to the imago female lays their eggs on the young cocoa pods and the symptoms will appear when the pods was ready to harvest. The eggs are laid on the surface of cocoa pods husk, which then hatch and the first instar larvae were penetrate into the pods. This larvae live inside the pods that makes difficult to control. This pest control efforts should be integrated based on the understanding of its bioecology and the cocoa cultivation technologies. Integrated control of CPB include: planting or side grafting using resistant clones to CPB, balanced fertilization, pruning periodically, frequent harvesting, field sanitation, young pod sleeving, maintaining of black ants, spraying using botanical pesticides and the use of entomopathogenic fungi.*

**Keywords:** Cocoa, bioecology, *Conopomorpha cramerella*, CPB, integrated control

### **PENDAHULUAN**

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas yang mempunyai peran penting dalam perekonomian Indonesia. Pada tahun 2002, Indonesia pernah menempatkan diri sebagai produsen kakao terbesar kedua dunia setelah Pantai Gading, tetapi kemudian tergeser oleh Ghana menjadi urutan ketiga sejak tahun 2003 sampai sekarang. Salah satu penyebab turunnya produksi dan produktivitas kakao nasional disebabkan serangan hama penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* (Snellen) (Lepidoptera: Gracillariidae) (Goenadi, Baon, Herman, & Purwoto, 2005; Sulistyowati & Wiryadiputra, 2007; Valenzuela, Purung, Roush, & Hamilton, 2014). Rata-rata persentase serangan PBK di sentra produksi kakao nasional mencapai lebih dari 90% (Sulistyowati, Mufrihati, & Wardani, 2007) sehingga menyebabkan kehilangan hasil 64,9%–82,2% (Wardojo, 1980; Goenadi *et al.*, 2005).

Pengendalian hama PBK sangat mahal dan sulit apabila larva telah menyerang buah, sebab sejak

telur menetas menjadi larva langsung masuk dan berkembang di dalam buah kakao (Wardojo, 1980; 1984; Depparaba, 2002). Selama ini petani kakao umumnya menggunakan insektisida kimia sintetis. Hasil penelitian Sulistyowati *et al.* (2007) menunjukkan penggunaan insektisida berbahan aktif ganda sipermetrin dan klorpirifos pada buah kakao dengan panjang < 9 cm mampu mematkan 56,3%–71,5 % larva dan menekan kehilangan hasil sebesar 75,9%–88,9% dibandingkan kontrol. Akan tetapi telah diketahui bahwa pengendalian dengan menggunakan pestisida kimia sintetis terbukti dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, antara lain: meninggalkan residu pada hasil, pencemaran lingkungan, dan mengakibatkan ketidakseimbangan pada ekosistem di lahan perkebunan.

Upaya pengendalian hama dan penyakit tanaman dalam sistem pertanian bioindustri yang sedang dikembangkan oleh pemerintah saat ini, menuntut untuk memanfaatkan seluruh sumberdaya hayati yang ada dalam suatu ekosistem secara harmonis. Dasar dari sistem pertanian bioindustri tersebut adalah siklus biologi (*biocycling*) untuk

menjaga kelestarian alam. Maka, upaya pengendalian PBK harus dilakukan secara terintegrasi menggunakan beberapa teknologi pengendalian yang ramah lingkungan dengan tetap mempertimbangkan aspek sosial dan ekonomi. Tulisan ini menguraikan tentang bioekologi hama penggerek buah kakao, status teknologi pengendalian hama tersebut yang ramah lingkungan, dan implementasi pengendaliannya secara terpadu.

## BIOEKOLOGI PENGGEREK BUAH KAKAO DAN GEJALA KERUSAKANNYA

### Bioekologi Penggerek Buah Kakao (PBK)

Hama penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* (Snellen) termasuk dalam ordo Lepidoptera dan famili Gracillariidae yang merupakan serangga berukuran kecil. Serangga dewasa (imago) dari *C. cramerella* berupa ngengat (*moth*) dengan ukuran panjang  $\pm 7$  mm dan rentangan sayap 12 mm. Ngengat berwarna cokelat dengan pola zig-zag berwarna putih sepanjang sayap depan. Ukuran antenna lebih panjang dari tubuhnya dan mengarah ke belakang. Imago aktif terbang pada malam hari dan meletakkan telurnya antara pukul 18.00–07.00. Imago akan melakukan kopulasi pada pagi hari sebelum matahari terbit antara pukul 04.00–05.00. Pada siang hari imago bersembunyi pada tempat yang terlindung dari sinar matahari, umumnya pada cabang-cabang horizontal. Imago betina meletakkan telur hanya pada permukaan buah kakao. Lama hidup imago betina rata-rata 7 hari dan setiap betina mampu menghasilkan telur sebanyak 100–200 butir. Umumnya imago betina lebih memilih meletakkan telur pada buah yang berukuran sekitar 11 cm atau berumur 75 hari (Wiryadiputra, 1996; Sulistyowati, Yohanes, & Mufrihati, 2002; Sulistyowati, 2003).

Telur *C. cramerella* berbentuk oval dengan panjang 0,45–0,50 mm, lebar 0,25–0,30 mm, berwarna orange, dan waktu stadium telur antara 2–7 hari

(Sulistyowati & Wiryadiputra, 1997; Sjaruddin, 1997; Depraba, 2002). Larva instar pertama berwarna putih transparan dengan panjang  $\pm 1$  mm. Larva langsung menggerek ke dalam buah dengan memakan kulit buah, daging buah, dan saluran makanan ke biji (*placenta*). Lama stadium larva 14–18 hari yang terdiri atas 4–6 instar (Ooi *et al.*, 1987), dan pada pertumbuhannya maksimal bisa mencapai panjang 12 mm dengan warna putih sampai hijau muda (Gambar 1). Larva berganti kulit sebanyak 4 kali dalam waktu 14–18 hari di dalam buah kakao (Sjaruddin, 1997). Dengan demikian, *C. cramerella* dapat menyelesaikan siklus hidupnya di dalam buah sebelum buah dipanen. Bahkan menurut Suparno (2000) setiap buah kakao dapat menunjang kehidupan *C. cramerella* dari satu sampai tiga generasi.

Berdasarkan perhitungan Samsudin (2012) dengan potensi menghasilkan telur setiap serangga betina adalah antara 100–200 butir dan siklus hidup rata-rata 1 bulan per generasi sebagaimana hasil penelitian Wiryadiputra (1996), maka dalam satu tahun secara teoritis akan dihasilkan 1.200–2.400 ekor larva, hanya dari sepasang PBK. Kondisi ini juga didukung oleh faktor tanaman inang yaitu kakao yang berbuah sepanjang musim, sehingga siklus hidup PBK ini akan terus berlanjut di lahan pertanaman kakao. Oleh karena itu, upaya untuk memutus siklus hidup PBK ini, seperti panen sering, sanitasi buah terserang dan pemanfaatan perangkap imago, merupakan teknologi pengendalian yang sangat efektif.

Menjelang berpupa, larva instar akhir akan membuat lubang keluar yang cukup besar dengan diameter sekitar 1 mm pada kulit buah, sehingga mudah untuk dilihat dengan mata telanjang (Gambar 2). Larva yang menjelang menjadi pupa mulai keluar dari buah pada pukul 18.00, puncaknya pada pukul 20.00–22.00, dan tidak ditemukan larva keluar setelah pukul 08.00 pagi (Lim, 1992).



Gambar 1. Larva *C. cramerella* instar akhir yang berukuran kurang dari 1 cm  
Figure 1. The late-instar of *C. cramerella* larvae with size less than 1 cm



Gambar 2. Lubang keluar larva instar akhir pada kulit buah kakao  
*Figure 2. Hole out of late-instar larvae on the surface of cocoa pods husk*

Sebelum menjadi pupa, larva instar akhir akan membuat kokon terlebih dahulu. Pupa biasanya melekat pada buah, daun, serasah kakao, cabang, ranting, kotak atau karung tempat buah, bahkan kendaraan yang digunakan untuk mengangkut hasil panen (Wardojo, 1980; Lim, 1992). Tempat yang lebih disukai untuk pupasi *C. cramerella* adalah daun-daun kering yang terdapat di atas permukaan tanah (68%), buah (26%), batang (5%) serta cabang dan ranting pohon kakao (1%). Kokon dari pupa berbentuk oval berwarna putih kekuningan, pupa berwarna cokelat, lama stadium pupa 5–8 hari (Lim, 1992). Siklus hidup *C. cramerella* memerlukan waktu selama 35–45 hari dari telur sampai menjadi imago. (Hase, 2009)

Selain menyerang tanaman kakao, tanaman yang menjadi inang alternatif dari *C. cramerella* adalah rambutan (*Nephelium lappaceum* L.), mangga (*Mangifera indica* L.), serikaya (*Anona squamosa* L.), belimbing (*Averhoa carambola* L.), duku atau langsung (*Lansium domesticum* L.), nangka (*Artocarpus integra* Merr.), jeruk (*Citrus sinensis* L.) (Zehnter, 1904), kola (*Cola nitida*), nam-nam (*Cynometra cauliflora*) (Roepke, 1917), kasai (*Pometia pinnata*), pulasan (*Nephelium mutabile*) (Ooi, 1986), dan mata kucing (*Nephelium malaiense*) (Depparaba, 2002).

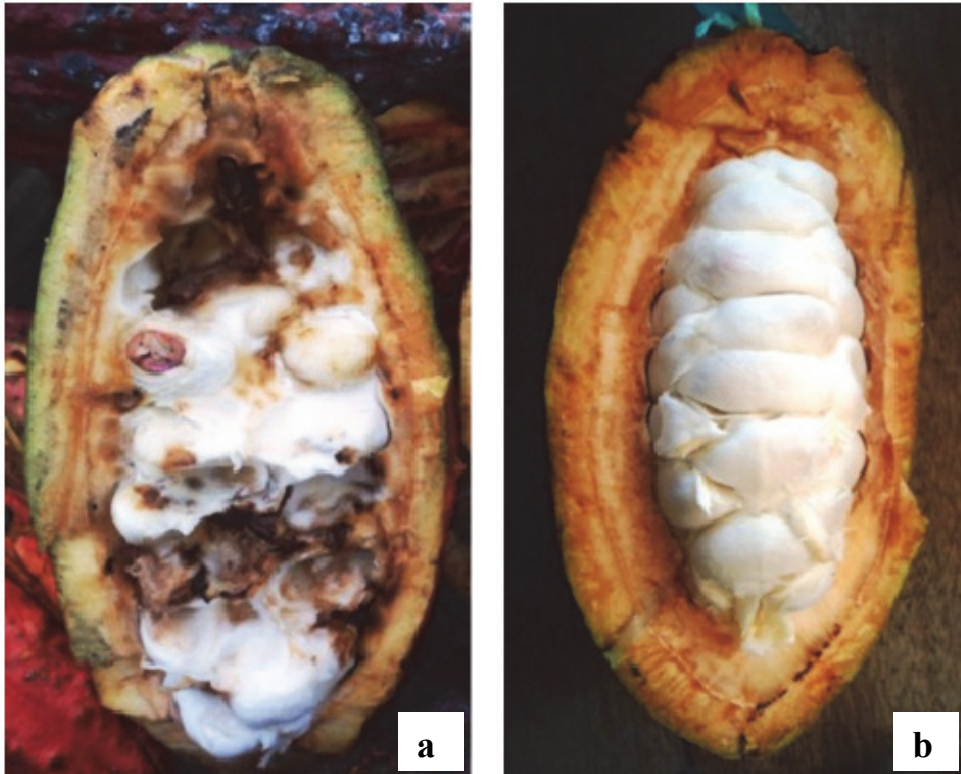
#### Gejala Kerusakan Akibat Serangan PBK

*C. cramerella* statusnya akan menjadi hama apabila imago betina meletakkan telur pada buah kakao muda dengan panjang antara 8-15 cm. Menurut pengamatan Wardojo (1994), buah kakao yang berukuran 5–7 cm dan yang sangat muda jarang terserang PBK. Apabila buah dengan ukuran tersebut terserang, umumnya larva akan mati atau tidak berkembang dengan baik. Sebaliknya, jika imago betina meletakkan telurnya pada buah yang

berukuran lebih dari 15 cm atau berumur lebih dari 120 hari, umumnya tidak menimbulkan kerusakan di dalam buah. Hal ini karena pada saat itu buah telah memasuki masa pematangan dan buah sudah dapat dipanen ketika larva belum mencapai biji.

Larva yang baru menetas langsung menggerek buah dan memakan bagian buah yang lunak di antara biji di bawah kulit buah dan saluran makanan ke biji (*placenta*), tetapi tidak memakan biji. Menurut Wardoyo (1994), kerusakan pada pulp mengakibatkan biji saling melekat satu sama lainnya dan ada yang melekat pada dinding buah. Lim (1992) menyatakan bahwa serangan pada buah bagian anterior akan menyebabkan kerusakan lebih serius terhadap perkembangan biji atau bahkan menyebabkan buah membusuk. Hal itu disebabkan karena terjadinya pelukaan pada jaringan translokatori yang dapat memutus aliran makanan yang menuju biji. Tetapi, jika serangan terjadi saat buah dalam proses pematangan dan biji telah terbentuk sempurna, maka serangan larva ini tidak akan mempengaruhi hasil, meskipun tetap dapat mempengaruhi mutu biji (Gambar 3).

Gejala serangan PBK baru akan tampak dari luar setelah buah matang dan siap dipanen. Sulistyowati (1997) menyatakan bahwa buah kakao yang terserang PBK umumnya menunjukkan gejala masak lebih awal, yaitu belang kuning hijau atau kuning jingga (Gambar 4). Buah kakao yang terserang menjadi lebih berat dan bila diguncang tidak mendengar suara ketukan antara biji dengan dinding buah. Hal ini terjadi karena timbulnya lendir dan kotoran pada daging buah dan rusaknya biji-biji di dalam buah.



Gambar 3. (a) Gejala serangan PBK pada buah kakao dan (b) buah sehat  
*Figure 3. (a) Symptoms of CPB on infected cocoa pods and (b) healthy pod*



Gambar 4. (a) Buah terserang PBK dan (b) buah sehat  
*Figure 4. (a) Cocoa pod attacked by CPB and (b) healthy pod*

### Metode Pengukuran Serangan Hama PBK

Untuk mengukur tingkat kerusakan dan kehilangan hasil akibat serangan PBK pada buah kakao, dilakukan perhitungan terhadap persentase serangan (PS), intensitas serangan (IS) dan persentase kehilangan hasil (Y). Persentase serangan (PS) menunjukkan kuantitas buah yang terserang PBK diantara total buah yang dipanen, dan dapat dilihat dari gejala luarnya. PS ini dihitung dengan menggunakan rumus:

$$PS = [(a)/(a+b)] \times 100 \%$$

Keterangan :

PS = persentase buah kakao yang terserang PBK

a = jumlah buah kakao terserang PBK

b = jumlah buah kakao sehat

Intensitas serangan (IS) adalah suatu besaran yang menggambarkan tingkat kerusakan buah. Pengukuran intensitas serangan PBK menggunakan 4 kategori berdasarkan banyaknya biji lengket pada setiap buah yang diamati, yaitu sehat, ringan (R), sedang (S), dan berat (B) seperti tercantum dalam Tabel 1. (Sulistiyowati *et al* , 2007). Penghitungan intensitas serangan PBK digunakan rumus:

$$IS = [(1R + 3S + 9B)] / AT$$

Keterangan:

IS = intensitas serangan

R = jumlah buah terserang ringan

S = jumlah buah terserang sedang

B = jumlah buah terserang berat

A = nilai pembobot tertinggi

T = jumlah buah diamati

Tabel 1. Kategori tingkat kerusakan buah akibat serangan PBK

Table 1. The categories of pod damage levels caused by CPB disease

Kategori tingkat kerusakan buah	Kriteria biji lengket	Nilai pembobot
Bebas	Semua biji kakao mudah dikeluarkan dari kulit buah, antar biji tidak lengket	0
Ringan	Semua biji dapat dikeluarkan dari kulit, biji tidak terlalu lengket (biji lengket <10%).	1
Sedang	Biji saling lengket tetapi masih dapat dikeluarkan dari kulit buah (biji lengket 10%-50%).	3
Berat	Biji saling lengket dan tidak dapat dikeluarkan dari kulit buah (biji lengket >50%)	9

Sumber: Sulistiyowati *et al*. (2007)

Source : Sulistiyowati *et al*. (2007)

Persentase kehilangan hasil (Y) pada kakao adalah perbandingan antara jumlah biji kakao yang tidak dapat dipanen dengan jumlah biji total, dinyatakan dalam satuan persen (Sulistiyowati & Junianto, 1995). Persentase kehilangan hasil dihitung berdasarkan persamaan intensitas serangan yang dikemukakan oleh Wardani, Winarno & Sulistiyowati (1997):

$$Y = -0,0210 + 0,1005 X$$

Keterangan :

Y = kehilangan hasil

X = nilai intensitas serangan PBK

### TEKNOLOGI PENGENDALIAN PBK RAMAH LINGKUNGAN

#### Penggunaan Tanaman Resisten

Pengendalian hama yang hidup dalam jaringan tanaman seperti PBK ini sangat sulit untuk dilakukan. Upaya yang dinilai paling efisien dan ekonomis adalah pengendalian dengan tanaman resisten. Menurut Wiryadiputra (1996) beberapa keuntungan menggunakan varietas resisten dalam pengendalian hama antara lain: (1) mengendalikan populasi hama tetap di bawah ambang kerusakan dalam waktu yang cukup lama, (2) tidak berdampak negatif pada lingkungan, (3) tidak membutuhkan alat dan teknik aplikasi tertentu, dan (4) tidak membutuhkan biaya tambahan lain. Samsudin (2014) menyatakan bahwa keuntungan dari penggunaan tanaman resisten terhadap hama dan penyakit antara lain akan dapat membantu mempertahankan keanekaragaman hayati dan secara teknis kompatibel untuk dikombinasikan dengan hampir semua teknik pengendalian.

Kendala yang dihadapi dalam program pemuliaan ketahanan PBK selama ini adalah adanya keterbatasan sumber materi genetik sifat ketahanan PBK (Susilo, Mangoendidjojo, Witjaksana, Sulistiyowati & Mawardi, 2009). Klon kakao tahan PBK selama ini didapatkan melalui eksplorasi dan seleksi buah kakao berdasarkan morfologi dan anatomi buah. Menurut Tjatjo, Baharuddin, & Asrul (2008), umumnya pada kulit buah yang kasar terdapat lebih banyak kerusakan yang ditimbulkan oleh PBK dibandingkan kulit yang halus. Hal itu diduga karena struktur permukaan kulit buah kakao yang halus kurang disukai oleh imago betina untuk meletakkan telur sehingga kurang dipilih untuk oviposisi. Hasil penelitian Limbongan (2012) menunjukkan bahwa karakter morfologis klon harapan tahan PBK antara lain: bentuk buah elips dan oblong, kulit buah tebal dan permukaan halus, konstruksi buah tidak berlekuk, dan apeks buah tumpul. Sedangkan karakter anatomisnya, yaitu volume plasenta besar dan lapisan sklerotik tebal. Tebal rata-rata sklerotik yang tahan PBK antara 0,6–0,9 mm.

Hasil skrining yang dilakukan oleh Susilo, *et al*. (2009) diperoleh 3 klon kakao tahan PBK, yaitu KW 570 (ARDACIAR 10), KW 397 (Na 33), dan KW 566 (Paba/V/81L/4), akan tetapi klon-klon tahan tersebut

mempunyai potensi produksi lebih rendah dibandingkan klon-klon unggul yang telah direkomendasikan seperti KW 162 (PBC 123) dan KW 163 (BR 25). Lebih lanjut Susilo (2012) melaporkan klon KW 514 telah dirilis dengan nama ICCRI 07 dan KW 570 dirilis dengan nama Sulawesi 03 sebagai klon unggul kakao tahan PBK hasil proses pemuliaan selama kurang lebih 12 tahun. Pemanfaatan klon-klon tersebut, selain sebagai pembandingan sifat ketahanan PBK juga digunakan sebagai sumber gen ketahanan PBK yang memang masih terbatas ketersediaannya. Teh, Pang, & Ho (2006) melaporkan di Sabah telah dibudidayakan secara komersial klon tahan PBK, yaitu PBC123 dan IMC23.

Program perakitan klon kakao tahan PBK masih terus dilakukan. Isda, Kasim, Mansyurdin, Chaidamsari, & Santoso (2008) telah berhasil mengklon gen penyandi ketahanan terhadap PBK yang berasal dari kulit buah kakao, yaitu gen *proteinase inhibitor* (PIN) yang telah diketahui berperan sebagai penghambat aktivitas protease serangga. Keberhasilan ini telah membuka jalan untuk merakit tanaman kakao transgenik yang tahan terhadap PBK.

### Kultur Teknik

Pengendalian kultur teknik atau budidaya adalah teknik pengendalian hama secara tidak langsung melalui tindakan-tindakan kultur teknik yang ada hubungannya dengan produksi tanaman dan menyebabkan lingkungan pertanaman kurang sesuai dengan kehidupan, pertumbuhan, perkembangan atau reproduksi hama. Beberapa teknologi budidaya telah terbukti mampu menurunkan serangan PBK, antara lain:

- (1) Metode pengendalian dengan cara panen sering, pemangkasan, sanitasi, dan pemupukan atau dikenal dengan metode PSPSP terbukti efektif mampu mengendalikan hama PBK (Taufik & Koes, 2011) dan berhasil menekan serangan PBK hingga 20%-60% (Bahri & Suntoro, 2002).
- (2) Metode pengendalian dengan sistem pangkas eradikasi (SPE). Meskipun telah terbukti memberikan hasil yang positif, akan tetapi metode ini menyebabkan kehilangan hasil panen cukup besar (Lala, Syukur, & Talanca, 2005).
- (3) Pengendalian dengan pemupukan urea yang dibarengi dengan sanitasi kebun terbukti dapat meningkatkan hasil dari 650 kg/ha menjadi 900 kg/ha. Selain itu juga menurunkan persentase serangan sebesar 34,6% dan kerusakan biji sebesar 38,4% (Lebe, Anshory, & Toana, 2008).
- (4) Metode pengendalian dengan cara meningkatkan ketahanan alami tanaman, misalnya dengan aplikasi silika (Si) dan biokaolin. Menurut Wijaya, Prawoto & Ihromi (2009), intensitas kerusakan PBK berkorelasi negatif dengan peningkatan kadar Si dalam kulit buah, polifenol, kadar lignin, dan tingkat kekerasan kulit buah kakao. Hasil penelitian yang dilakukan Ihromi (2014) menunjukkan konsentrasi Si formulasi tepung sebesar 3% yang disemprotkan langsung ke buah ukuran panjang 8–12 cm dan tajuk dapat menurunkan intensitas serangan PBK sampai

11,1%. Kondisi ini dikarenakan terjadinya peningkatan kandungan Si, polifenol, lignin, dan kekerasan kulit buah. Bahan lain yang terbukti dapat meningkatkan ketahanan kakao adalah biokaolin. Hasil pengujian Kresnawaty, Budiani, Wahab, & Darmono (2010) menunjukkan aplikasi biokaolin dapat meningkatkan hasil panen di perkebunan kakao milik petani.

### Fisik dan Mekanik

Pengendalian fisik dan mekanik adalah tindakan langsung atau tidak langsung dengan cara merubah kondisi lingkungan yang dapat menekan populasi hama. Bentuk-bentuk pengendalian fisik dan mekanik antara lain dengan penggunaan suhu tinggi dan rendah, mengurangi kelembaban, menggunakan alat perangkap, membuat penghalang dan penolak, memungut dengan tangan, menggoyang-goyang, mengumpulkan, dan menangkap.

Beberapa teknik pengendalian fisik dan mekanik yang telah dilakukan untuk mengendalikan PBK, antara lain:

- (1) Teknik penyarungan buah muda (*sleeving*). Penyarungan buah kakao terbukti sangat efektif melindungi buah dari serangan PBK. Menurut Mustafa (2005) dibandingkan insektisida Sihalotrin, metode penyarungan buah 15 kali lebih efisien. Metode penyarungan yang dilakukan pada buah dengan ukuran 5-8 cm, efektif menurunkan intensitas serangan, jumlah lubang masuk dan keluar, jumlah biji lengket, dan meningkatkan berat biji (Suwitra, Mamesah, & Ahdar, 2010). Plastik yang digunakan sebaiknya mudah terurai sehingga tidak menjadi cemaran pada lingkungan. Hasil penelitian Sembel, Watung, Shepard, Hammig, & Carner (2014) menunjukkan pengendalian dengan penyarungan buah menggunakan plastik polymer yang mudah terurai (*degradable*) efektif menurunkan serangan PBK. Akan tetapi dalam implementasinya di lapangan, teknik penyarungan ini dinilai tidak praktis dan ekonomis apabila dilakukan pada tanaman kakao yang sudah tua.
- (2) Penggunaan perangkap serangga imago jantan dengan memanfaatkan feromon seks. Penggunaan perangkap ini sekaligus juga digunakan sebagai cara memonitor populasi PBK di kebun kakao. Pengendalian dengan cara mengumpulkan imago jantan dengan memanfaatkan feromon seks kemudian dimatikan terbukti dapat menurunkan tingkat kerusakan buah kakao (Beevor, Mumford, Shah, Day, & Hall, 1993). Hasil penelitian Sulistyowati (2014) menunjukkan penggunaan perangkap yang mengandung feromon seks dengan kerapatan 24 perangkap/ha dapat mengurangi kehilangan hasil sebesar 75,5% dibandingkan kontrol.

### Biologi

Pengendalian biologis atau pengendalian hayati merupakan teknik pengendalian hama dengan menggunakan musuh alami berupa patogen,

parasitoid, dan predator yang dapat menekan populasi hama. Kelebihan pengendalian hayati dibandingkan cara pengendalian yang lain adalah kemampuannya bekerja secara alamiah tanpa campur tangan manusia sehingga lebih efisien. Agensi hayati yang telah terbukti efektif mengendalikan PBK antara lain:

- (1) Jamur patogen serangga, terdiri dari: *Verticillium tricorpus* (Gomies, 2009), *Metarhizium* spp. (Trizelia, Nurbailis, & Ernawati, 2013; Sugianto, Pangestiningih, & Oemry, 2013), dan *Beauveria bassiana* (Mustafa, 2005; Trizelia, Rusli, Syam, Nurbailis, & Sari, 2010; Yulianti, Daud, & Gassa, 2012; Sugianto *et al.*, 2013). *Verticillium tricorpus* dengan konsentrasi  $10^4$  spora/ml yang diaplikasikan 4 kali dengan selang aplikasi 7 hari, efektif mengendalikan hama PBK di lapangan (Gomies, 2009). Isolat *Metarhizium* spp. yang berasal dari rizosfir dapat mematikan pupa *C. cramerella* sampai 96,7% dan menghambat pembentukan imago (Trizelia *et al.*, 2013) dan perlakuan *M. anisopliae* sebanyak 50 g/l mampu mematikan 90–100% imago PBK di laboratorium (Sugianto *et al.*, 2013). Aplikasi *B. bassiana* pada daun yang digunakan untuk perangkap pupa mampu menginfeksi pupa PBK dan dapat menurunkan populasi PBK di lapangan (Trizelia *et al.*, 2010). Hasil penelitian Yulianti *et al.* (2012) menunjukkan bahwa nilai  $LC_{50}$  terhadap telur dan pupa di dalam botol pada konsentrasi *B. bassiana*  $1,9 \times 10^8$  spora/ml. Sementara itu, Sugianto *et al.* (2013) melaporkan bahwa perlakuan *B. bassiana* 50 g/l mampu mematikan imago PBK 90–100% di Laboratorium.
- (2) Nematoda patogen serangga, terdiri dari: *Steinernema carpocapsae* (Arifin, 1999; Rosmana, La Daha, Ridayani, Gassa, & Urling, 2009; Rosmana, Shepard, Hebbar, & Mustari, 2010) dan *Heterorhabditis* sp. (Samsudin & Indriati, 2013). Menurut Rosmana *et al.* (2009) *S. carpocapsae* dapat persisten pada permukaan kulit buah kakao, baik pada musim hujan ataupun musim kering dan mampu melakukan penetrasi pada lubang masuk PBK secara aktif. Hasil penelitian Rosmana *et al.* (2010) menunjukkan pemanfaatan nematoda *S. carpocapsae* yang dikombinasikan dengan penyarungan buah kakao mampu melindungi buah kakao dari serangan PBK sampai 100%. Demikian pula hasil penelitian Samsudin & Indriati (2013) yang menunjukkan aplikasi *Heterorhabditis* sp. dipadukan dengan penyarungan buah muda, efektif menurunkan serangan PBK dan tingkat kerusakan biji kakao. Sebab menurut Rosmana *et al.* (2010) selubung plastik akan memberikan kelembaban yang lebih tinggi sehingga nematoda dapat hidup lebih lama di permukaan kulit kakao.
- (3) Predator serangga yang telah digunakan sebagai agens pengendali hayati PBK adalah semut hitam *Dolichoderus thoracicus* (Anshary, 2009; Saleh, 2012). Hasil penelitian Anshary (2009) diketahui bahwa semut *D. thoracicus* dapat menekan serangan PBK sampai 8,3%, kerusakan biji menjadi 25,4%, dan persentase penurunan biji

16,2%, dan Saleh (2012) juga menyatakan semut *D. thoracicus* mampu mencegah serangan PBK di lapangan.

## Organik

Pengendalian organik atau pengendalian dengan pestisida nabati adalah teknologi pengendalian hama dengan memanfaatkan bahan dari tumbuhan, baik berupa ekstrak, tepung atau minyak. Pestisida nabati yang terbukti efektif untuk mengendalikan PBK antara lain: ekstrak mimba (Willis, Laba, & Rohimatun, 2013), ekstrak buah maja *Crescentia cujete* (Sjam, 2006), minyak cengkeh dan serai wangi (Asaad & Willis, 2012), ekstrak daun bandotan, bawang putih, dan minyak kemiri sunan (Soesanthy & Samsudin, 2013), ekstrak umbi gadung, jeringau, dan brotowali (Nuriadi & Gusnawaty, 2013).

Asaad & Willis (2012) melaporkan beberapa jenis formula pestisida nabati seperti mimba, CEES 50 EC, bio protector-2, bio protector-1, dan asimba 50 EC efektif digunakan dalam pengendalian hama PBK di lapang. Pestisida nabati tersebut mengandung bahan aktif berasal dari minyak atsiri, yaitu minyak cengkeh dan serai wangi. Hasil penelitian Willis *et al.* (2013) juga menyatakan kombinasi Sitronellal 34% + Eugenol 80% + Azadirachtin 0,6% dengan konsentrasi 5 ml/ l mampu mengurangi tingkat kerusakan buah akibat serangan PBK, yang ditunjukkan dengan nilai efikasi sebesar 37% pada serangan ringan; 51,6% pada serangan sedang; dan 65,2% pada serangan berat. Hasil penelitian Soesanthy & Samsudin (2013) menunjukkan ekstrak bandotan-metanol 1% dapat menurunkan tingkat kehilangan hasil panen kakao sebesar 36,1%, ekstrak bawang putih-etanol 1% menurunkan sampai 58,4%, dan minyak kemiri sunan 1% menurunkan sampai 20%. Sementara itu, kombinasi antara ekstrak umbi gadung, jeringau, dan brotowali yang diaplikasikan secara rutin dalam interval 5 hari dapat menekan persentase buah terserang dari 100% menjadi 27,78% dan kerusakan biji dari 91,33% menjadi 11,33% (Nuriadi & Gusnawaty, 2013). Ekstrak buah maja *Crescentia cujete* dapat menurunkan intensitas serangan sampai 20,9% (Sjam, 2006)

## IMPLEMENTASI PENGENDALIAN TERPADU PBK

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) adalah teknologi pengendalian hama yang didasarkan prinsip ekologis dengan menggunakan berbagai taktik pengendalian yang kompatibel antara satu sama lain sehingga populasi hama dapat dipertahankan di bawah jumlah yang secara ekonomik tidak merugikan serta mempertahankan kesehatan lingkungan dan menguntungkan bagi pihak petani (Oka, 1994). PHT adalah satu cara pendekatan pengendalian hama yang didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan agroekosistem yang lebih bertanggungjawab (Untung, 2004).

PBK merupakan hama tanaman kakao yang paling penting saat ini dan memiliki bioekologi yang khas. Hama ini sulit dideteksi keberadaannya dan

sulit dikendalikan karena selama stadium larva berada dalam buah kakao. Mengingat semakin luasnya penyebaran hama PBK dan besarnya kerugian yang ditimbulkannya maka perlu segera diupayakan metode penanggulangan yang efektif dan efisien (Sulistiyowati, 1997). Pengendalian hama ini tidak mungkin hanya mengandalkan satu teknologi pengendalian, tetapi harus dilaksanakan dalam satu paket teknologi pengendalian terpadu (PHT) (Sulistiyowati, 1997; Baharuddin, 2005; Susilo, 2012). Meskipun pengendalian PBK dalam bentuk paket sederhana dengan hanya 4 teknologi saja, yaitu panen sering, pemangkasan, penyarungan buah muda, dan *B. bassiana* sudah efektif dapat mengendalikan PBK di lapangan (Indriati, Samsudin, & Rubiyo, 2013), akan tetapi efektivitasnya belum teruji dapat stabil dalam waktu panjang. Oleh karena itu, teknologi pengendalian PBK harus dilakukan secara terpadu berbasis pada aspek bioekologinya di lapang. Paket PHT kakao tersebut adalah:

- (1) Penanaman atau sambung samping dengan klon ICCRI 07 dan Sulawesi 03 yang terbukti tahan PBK untuk kegiatan peremajaan dan rehabilitasi kebun kakao rakyat di wilayah endemik PBK.
- (2) Melakukan pemupukan berimbang dengan memadukan pupuk kimia dan pupuk organik yang memanfaatkan serasah daun kakao, buah kakao terinfeksi hama dan penyakit, kulit kakao dan limbah perkebunan kakao lainnya.
- (3) Melakukan pemangkasan secara periodik. Hal ini dilakukan mengingat bahwa salah satu kelemahan imago PBK adalah tidak menyukai sinar matahari langsung sehingga bila sering dilakukan pemangkasan yang teratur akan dapat menekan populasi hama. Disamping itu, pemangkasan bentuk pohon kakao dengan membatasi tinggi tajuk tanaman maksimum 3-4 meter akan memudahkan saat pengendalian dan panen.
- (4) Melakukan panen sering pada saat buah masak awal dengan rotasi 1 minggu. Kegiatan panen ini harus segera diikuti dengan pemecahan buah pada hari itu juga, kemudian kulit buah dikumpulkan dan ditanam ke dalam tanah serta ditimbun tanah setebal 20 cm. Kegiatan ini akan secara signifikan dapat memutus siklus hidup dari PBK.
- (5) Melakukan sanitasi kebun dengan cara membersihkan areal kebun dari daun-daun kering, tanaman tidak sehat, ranting kering, kulit buah maupun gulma yang berada di sekitar tanaman. Kondisi lingkungan yang bersih ini tidak sesuai dengan lingkungan untuk berkembangnya hama PBK.
- (6) Melakukan penyarungan buah muda berukuran 5-8 cm dengan plastik. Teknik penyarungan buah ini sangat efektif dan efisien apabila dilakukan pada tanaman kakao yang pohonnya masih pendek atau pohon kakao hasil sambung samping. Kantong plastik yang digunakan dapat menggunakan bekas mie instan atau bungkus makanan lainnya. Teknisnya sangat mudah, yaitu dengan cara mengikatkan ujung bagian atas dari kantong plastik pada tangkai buah dan bagian

ujung bawah dari buah dibiarkan tetap terbuka. Dengan penyelubungan buah tersebut, imago betina tidak bisa meletakkan telur pada kulit buah sehingga buah akan terhindar dari serangan PBK.

- (7) Memelihara predator PBK berupa semut hitam (*Dolichoderus thoracicus*). Semut ini juga telah terbukti mampu mengendalikan hama *Helopeltis spp.* Cara yang paling mudah untuk memelihara semut hitam adalah dengan meletakkan sarang semut yang terbuat dari lipatan daun kelapa atau daun kakao, kemudian diberi larutan gula merah.
- (8) Penggunaan jamur entomopatogen seperti *B. bassiana*, *Metarizium spp.* dan *Paecilomyces fumosoroseus* dengan dosis 50-100 g spora/ha, volume semprot 250 l/ha atau 250 l/pohon dengan menggunakan knapsack sprayer pada buah kakao muda dan cabang horizontal dapat melindungi buah dari serangan PBK. Hanya saja upaya penyediaan agens pengendali hayati ini dalam skala besar masih sangat sulit dilakukan.

Implementasi paket PHT tersebut secara teknis di lapangan oleh petani harus disesuaikan dengan pemahaman petani, ketersediaan teknologi, dan melalui pertimbangan ekonomis. Menurut Siswanto & Karmawati (2011), adopsi teknologi PHT diperlukan upaya konkrit melalui diseminasi, bimbingan, pelatihan petani, dan demplot. Di samping itu, menurut Jahuddin (2014) perlu dibangun kelembagaan PHT yang lebih memadai sehingga memungkinkan semua pemangku kepentingan dapat mengambil perannya masing-masing secara bersinergi dan terintegrasi dalam kerangka pemberdayaan petani PHT.

## PENUTUP

Hama PBK *C. cramerella* Snell. memiliki bioekologi khas yang sulit dideteksi dan dikendalikan. Kerusakan dan kerugian yang diakibatkan oleh serangan PBK sangat besar dan luas areal serangannya cenderung terus bertambah. Upaya pengendalian PBK harus dilakukan secara terpadu, meliputi: penanaman atau sambung samping dengan klon tahan PBK, pemupukan berimbang, pemangkasan secara periodik, panen sering, sanitasi kebun, penyarungan buah muda, memelihara semut hitam, penyemprotan dengan pestisida nabati, dan penggunaan jamur entomopatogen jika memungkinkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anshary, A. (2009). Penggerek buah kakao, *Conopomorpha cramerella* Snellen (Teknik pengendalian yang ramah lingkungan). *J. Agroland*, 16(4), 258-264.
- Arifin, M. (1999). *Teknik produksi dan pemanfaatan musuh alami dalam pengendalian hama tanaman perkebunan*. Pertemuan Pembahasan Teknis Perlindungan Tanaman, Direktorat Proteksi Tanaman, Direktorat Jenderal Perkebunan (p. 13). Bogor, 26-29 Juli 1999.

- Asaad, M., & Willis, M. (2012). Kajian pestisida nabati yang efektif terhadap hama penggerek buah kakao (PBK) pada tanaman kakao di Sulawesi Selatan. *Suara Perlindungan Tanaman*, 2(2), 24-34.
- Baharudin. (2005). Pengendalian hama penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* Snell. *Bul. Teknologi dan Informasi Pertanian*, 8-14.
- Bahri, A.M.S., & Suntoro. (2002). *Success project in Southeast Sulawesi*. Midterm Review Success Project. Makassar.
- Beevor, P.S., Mumford, J.D., Shah, S., Day, R.K., & Hall, D.R. (1993). Observations on pheromone-baited mass trapping for control of cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella*, in Sabah, East Malaysia. *Crop Protection*, 12(2), 134-140.
- Depparaba, F. (2002). Penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell.) dan penanggulangannya. *J. Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 21(2), 69-74.
- Goenadi, D.H., Baon, J.B., Herman, & Purwoto, A. (2005). *Prospek dan arah pengembangan agribisnis kakao di Indonesia* (p. 27). Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Gomies, B.E.L.L. (2009). Used of *Verticillium tricorpus* as natural control agent cocoa fruit borer *Conopomorpha cramerella* in Jayapura, Papua Province. *J. Budidaya Pertanian*, 5, 99-104.
- Hase, B. (2009). *Hama penggerek buah kakao (PBK) dan metoda pengendalian*. Retrieved from <http://www.tanindo.com/abdi12/hal0801.htm>.
- Ihromi, S. (2014). *Induksi ketahanan tanaman kakao terhadap hama penggerek buah kakao (PBK) dengan aplikasi Si formulasi tepung*. Retrieved from <http://hdl.handle.net>.
- Indriati, G., Samsudin, & Rubiyono. (2013). Keefektifan paket teknologi pengendalian penggerek buah kakao di Provinsi Bali. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(1), 65-70.
- Isda, M.N., Kasim, M., Mansyurdin, Chaidamsari, T., & Santoso, D. (2008). Kloning dan karakterisasi gen penyandi inhibitor proteinase dari kulit buah kakao. *Menara Perkebunan*, 76(2), 83-92.
- Jahuddin, R. (2014). Implementasi paradigma baru pengendalian hama terpadu pada tanaman kakao di Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar dan Pertemuan Tahunan XXI PEI, PFI Komda Sulawesi Selatan dan Dinas Perkebunan Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan* (pp. 9 - 15).
- Kresnawaty, I., Budiani, A., Wahab, A., & Darmono, T.W. (2010). Aplikasi biokaolin untuk perlindungan buah kakao dari serangan PBK, *Helopeltis* spp., dan *Phytophthora palmivora*. *Menara Perkebunan*, 78(1), 25-31.
- Lala, F., Syukur, M., & Talanca, A. H. (2005). Kajian kelayakan rakitan teknologi pengendalian penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* Snell di daerah Tidore Kepulauan. *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVI Komda Sul-Sel* (pp. 178-186).
- Lebe, I., Anshory, A., & Toana, M.H. (2008). Pengaruh pemupukan urea dan sanitasi terhadap intensitas serangan penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* (Snellen) (Lepidoptera: Gracilariidae). *J. Agrisains*, 9(2), 81-88.
- Lim, G.T. (1992). Biology, ecology, and control of cocoa pod borer *Conopomorpha cramerella* (Snellen). In *Cocoa Pest and Disease Management in Southeast Asia and Australia*. *FAO Plant Prod. and Protection*, 12, 85-100.
- Limbongan, J. (2012). Karakteristik morfologi dan anatomis klon harapan tahan penggerek buah kakao sebagai sumber bahan tanam. *J. Litbang Pertanian*, 31(1), 14-20.
- Mustafa, B. (2005). Kajian penyarungan buah muda kakao sebagai suatu metode pengendalian penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* Snellen (Lepidoptera: Gracilariidae). *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVI Komda Sul-Sel* (pp. 23-35).
- Nuriadi, & Gusnawaty, H.S. (2013). Kaji tindak pengendalian hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) dengan pestisida nabati. *J. Agroteknos*, 3(1), 14-18.
- Oka, N.I. (1994). *Pengendalian hama terpadu dan implementasinya di Indonesia*. Yogyakarta: UGM Press.
- Ooi, P.A.C. (1986). Food plants of *Conopomorpha cramerella* (Snellen). *MAPPS Newsletter*, 10, 5-6.
- Ooi, P.A.C., Chan, L.G., Khoo, K.C., Teoh, C.H., Mamat, Md.J., Ho, C.T., & Lim, G.S. (1987). Introduction to the cocoa pod borer. In P.A.C. Ooi, L.G. Chan, Khoo K.C., Teoh C.H., Md.J. Mamat, Ho C.T., & Lim G.S. (Eds). *Management of Cocoa Pod Borer* (pp. 1-6). Kuala Lumpur: The Malaysian Plant Protection Society.
- Roepke, W. (1917). Cacao (translated from onze koloniale Landbouw by P.C. Wessel, H.D. Tjeenk Willink & Zoon, N) In Hille Toxopeus & P.C. Wessel (Eds.). *Cocoa Research in Indonesia 1900-1950. Vol. II* (pp. 69-74). American Cocoa Research Institute.

- Rosmana, A., La Daha, A. Ridayani, Gassa, A., & Urling, A. (2009). Persistency and penetration of entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* on surface of cocoa pod and its infectivity to cocoa pod borer *Conopomorpha cramerella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Agritrop*, 28, 161-168.
- Rosmana, A., Shepard, B.M., Hebbbar, P., & Mustari, A. (2010). Control of cocoa pod borer and *Phytophthora* pod rot using degradable plastic pod sleeves and a nematode *Steinernema carpocapsae*. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 11(2), 44-47.
- Saleh, A. (2012). Studi berbagai jenis sarang permanen untuk mengembangbiakkan semut hitam, *Dolichoderus thoracicus* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae). *J. Entomologi Indonesia*, 9(2), 64-70.
- Samsudin. (2011). Teknologi tanaman perkebunan resisten terhadap hama. *Sirkuler Teknologi Tanaman Rempah dan Industri* (p. 24). Sukabumi: Unit Penerbitan dan Publikasi Balittri.
- Samsudin. (2012). Penggerek buah kakao (PBK), serangga kecil yang merugikan. *Majalah Semi Populer TREE*, 3(1), 3.
- Samsudin, & Indriati, G. (2013). Sinergisme *Heterorhabditis* sp. dengan penyarungan buah dalam mengendalikan penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella*. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(1), 19-26.
- Sembel, D.T., Watung, J., Shepard, M., Hammig, M., & Carner, G.R. (2014). Control of cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella* Snellen on cocoa plantations in North Sulawesi using degradable polymer sleeves. *Eugenia*, 17(2), 102-107.
- Siswanto, & Karmawati, E. (2011). Percepatan adopsi teknologi PHT kakao di Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Perkebunan* (pp. 148-155).
- Sjafaruddin. (1997). *Pengendalian penggerek buah kakao*. Kendari: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Sjam, S. (2006). Pemanfaatan ekstrak buah maja (Bignoniaceae : *Crescentia cujete*) dengan EM4 terhadap penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* Snellen (Lepidoptera: Gracillariidae). *Buletin Penelitian*, 9(4), 18-23.
- Soesanthy, F., & Samsudin. (2013). Peranan ekstrak babadotan dan bawang putih, serta minyak kemiri sunan terhadap serangan penggerek buah kakao. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(2), 157-164.
- Sugianto, Y., Pangestningsih, Y. & Oemry, S. (2013). Uji efektifitas beberapa entomopatogen pada imago penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* Snellen (Lepidoptera: Gracillariidae) di laboratorium. *J. online Agroekoteknologi*, 1(4), 1-11.
- Sulistiyowati, E., & Junianto, J.D. (1995). Inventarisasi musuh alami hama penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* Snell. di Provinsi Maluku. *J. Pelita Perkebunan*, 11(2), 76-89.
- Sulistiyowati, E. (1997). Prospek pemanfaatan tanaman tahan dalam pengelolaan hama penggerek buah kakao. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 13(3), 204-212.
- Sulistiyowati, E., Yohanes, D. J., & Mufrihati, E. (2002). *Kajian ekobiologi dan metode pengendalian jasad pengganggu utama untuk mendukung PHT pada tanaman kakao*. Laporan Proyek Penelitian PHT Perkebunan Rakyat TA 2004 (p. 24).
- Sulistiyowati, E. (2003). *Pengendalian hama utama, teknik pengamatan dan pengendaliannya pada tanaman kakao, teknik budidaya dan pengolahan hasil kakao*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Sulistiyowati, E., & Wiryadiputra, S. (2007). *Integrated pest management of cocoa pod borer in Indonesia*. Paper Presented at USDA-ARS Seminar on 22 February 2007, Beltsville, Maryland.
- Sulistiyowati, E., Mufrihati, E., & Wardani, S. (2007). Potensi insektisida berbahan aktif ganda sipermetrin plus klorpirifos dalam mengendalikan penggerek buah kakao, *Conopomorpha cramerella* Snell. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 23(3), 159-167.
- Sulistiyowati, E. (2014). Effectiveness of sex pheromon in controlling cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella* (Snell.) *J. Pelita Perkebunan*, 30(2), 115-122.
- Suparno, T. (2000). Infestasi penggerek buah kakao ke dalam perkebunan Kerkap, Bengkulu Utara dan Pengendaliannya. *J. Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 1(4), 11-15.
- Susilo, A.W., Mangoendidjojo, W., Witjaksono, Sulistiyowati, E., & Mawardi, S. (2009). Respons ketahanan beberapa klon kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell.) di wilayah Sulawesi Tengah. *Pelita Perkebunan*, 25(3), 161-173.
- Susilo, A.M. (2012). Penemuan klon kakao tahan hama penggerek buah kakao (PBK) di Indonesia. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 24(2), 1-5.

- Suwitra, I.K., Mamesah, D., & Ahdar. (2010). Pengendalian hama penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* dengan metode sarungisasi pada ukuran buah kakao yang berbeda. *Seminar Regional Inovasi Teknologi Pertanian, Mendukung Program Pertanian Propinsi Sulawesi Utara* (pp. 165-174).
- Taufik, M., & Koes F. (2011). Presentase aplikasi metode PSPS untuk mengendalikan hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) (Lepidoptera: Gracillariidae) oleh petani kakao di Sulawesi Tenggara. *Suara Perlindungan Tanaman*, 1(4), 21-28.
- Teh, C., Pang, J.T., & Ho, C. (2006). Variation of the response of clonal cocoa to attack by cocoa pod borer *Conopomorpha cramerella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Sabah. *Crop Protection*, 25(7), 712-717.
- Tjatjo, A.A., Baharuddin, & Asrul, L. (2008). Keragaman morfologi buah kakao harapan tahan hama penggerek buah kakao di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat. *J. Agrisistem*, 4, 37-43.
- Trizelia, Rusli, R., Syam U., Nurbailis, & Sari, S.P. (2010). *Pemasyarakatan penggunaan cendawan entomopatogen Beauveria bassiana sebagai bioinsektisida untuk pengendalian hama buah kakao di daerah Padang Pariaman*. Kumpulan Artikel Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (pp. 1-8). Padang: Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Andalas.
- Trizelia, Nurbailis, & Ernawati, D. (2013). Virulensi berbagai isolat jamur entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap hama penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* Snell. (Lepidoptera: Gracillariidae). *J. HPT Tropika*, 13(2), 151-158.
- Untung, K., (2001). *Pengantar pengelolaan hama terpadu* (p. 273). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Valenzuela, I., Purung, H.B., Roush, R.T., & Hamilton, A.J. (2014). Practical yield loss models for infestation of cocoa with cocoa pod borer moth, *Conopomorpha cramerella* (Snellen). *Crop Protection*, 66, 19-28.
- Wardani, S., Winarno, H., & Sulistyowati, E. (1997). Model pendugaan kehilangan hasil akibat serangan hama penggerek buah kakao. *Pelita Perkebunan*, 13, 33-39.
- Wardojo, S. (1980). The cocoa podborer major hidranceto development. *Indonesian Agricultural Research & Development Journal*, 2, 1-4.
- Wardojo, S. (1984). Strategi penelitian dan pemberantasan penggerek buah coklat. *Menara Perkebunan*, 49(3), 69-74.
- Wardojo, S. (1994). *Strategi pengendalian hama penggerek buah kakao (PBK) di Indonesia. Paper presented at Gelar Teknologi dan Pertemuan Regional Pengendalian PBK* (p. 5). Kabupaten Polmas Sulawesi Selatan, 3- 4 Oktober 1994.
- Wijaya, K.A., Prawoto, A. A., & Ihromi, S. (2009). Induksi ketahanan tanaman kakao terhadap hama penggerek buah kakao dengan aplikasi silika. *J. Pelita Perkebunan*, 25(3), 184-198.
- Willis, M., Laba, I W., & Rohimatun. (2013). Efektifitas insektisida sitronellal, eugenol, dan azadirachtin terhadap hama penggerek buah kakao *Conophomorpha cramerella* (Snell.) *Bul. Litro*, 24(1), 19-25.
- Wiryadi Putra, S. (1996). Hama penggerek buah kakao: Kendala utama industri kakao Indonesia dan saran pengelolaannya. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 2(1), 16-23.
- Yulianti, Daud, I.D., & Gassa, A. (2012). Pengujian LC<sub>50</sub> *Beauveria bassiana* dari isolat *Ostrinia furnacalis* terhadap mortalitas telur dan pupa penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella*) pada tanaman kakao. Retrieved from <http://www.peipfi-komdasulsel.org/jurnal-perlindungan/>
- Zehntner, L. (1901). Over eenige insectenplagen bij de cacao cultuur op Java. *De Nieuwe Gids*, 3, 567-572.

