

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting dan memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi di Indonesia. Kubis memiliki nilai gizi tinggi karena mengandung vitamin C, A, dan B1; mineral kalsium, kalium, fosfor, natrium, klor dan belerang; serta mengandung senyawa antikanker (Adiyoga *et al.* 2004). Produksi kubis nasional pada tahun 2016 sebesar 1.5 juta ton, namun mengalami penurunan pada tahun 2017 sebesar 4.67% dibandingkan tahun 2016, dan tahun 2018 menurun sebesar 2.40% dibandingkan tahun 2017 (BPS 2018).

Salah satu faktor yang dapat menurunkan produksi kubis yaitu adanya serangan hama dan patogen. Hama yang telah dilaporkan menyerang tanaman kubis di antaranya ulat daun kubis *Plutella xylostella*, ulat jantung kubis *Crocidolomia pavonana*, ulat grayak *Spodoptera litura*, ulat tanah *Agrotis ipsilon* Hufn., ulat jengkal *Chrysodeixis orichalcea* L., ulat *Helicoverpa armigera* Hbn., dan kutu daun *Aphis brassicae* (Permadi dan Sastrosiswojo 1993). Kehilangan hasil yang diakibatkan oleh hama *P. xylostella* dan *C. pavonana* dapat mencapai 100% apabila tanpa dilakukannya pengendalian. Sedangkan, patogen yang menyerang pertanaman kubis antara lain *Erwinia carotovora* penyebab busuk lunak, *Xanthomonas campestris* penyebab busuk hitam, *Plasmodiophora brassicae* penyebab akar gada, *Rhizoctonia solani* penyebab rebah kecambah, *Alternaria brassicae* penyebab bercak daun, *Peronospora parasitica* penyebab embun bulu (*downy mildew*) dan *Turnip mosaic virus* (TuMV) penyebab mosaik (Djatnika 1993).

Faktor lainnya yang dapat menurunkan produksi kubis antara lain alih fungsi lahan pertanian ke lahan non pertanian. Semakin berkurangnya luas lahan bagi pertanian akan menghilangkan potensi dalam memproduksi kubis; teknologi pertanian baik dari segi bibit, pupuk dan cara budi daya; pengaruh kondisi lingkungan seperti cuaca/iklim, suhu, kelembaban dan curah hujan; dan penggunaan varietas kubis yang rentan.

Petani selalu melakukan pengelolaan hama dan penyakit secara kimiawi dengan menggunakan pestisida sintetis (Djojosemarto 2008). Penggunaan pestisida sintetis secara berlebihan dan terus menerus dapat mengakibatkan dampak negatif seperti pencemaran lingkungan dan adanya residu pada hasil panen; terjadinya resistensi hama, resurgensi, dan munculnya hama sekunder (Prabaningrum *et al.* 2013); serta menyebabkan berkurangnya musuh alami (Mulyaningsih 2010). Di Indonesia resistensi *P. xylostella* pertama kali dilaporkan oleh Ankersmith (1953) terhadap *dichloro diphenyl trichloroethane* (DDT) akibat penggunaan insektisida tersebut yang intensif dan terus-menerus. Resistensi hama tersebut terhadap asetat dan triazofos dilaporkan oleh Sastrosiswojo *et al.* (1989). Selanjutnya Moekasan *et al.* (2004) menemukan bahwa hama tersebut telah berkembang menjadi resisten terhadap fipronil, deltametrin, profenofos, dan abamektin.

Sistem pengendalian hama terpadu (PHT) merupakan salah satu solusi tepat dalam mengendalikan hama dan penyakit yang aman bagi lingkungan dan

kesehatan manusia. Salah satu penerapan PHT yaitu menggunakan musuh alami (predator, parasitoid dan patogen), baik diintroduksi atau maupun memanipulasi lingkungan untuk melakukan upaya konservasi musuh alami yang sudah ada. Pemanfaatan parasitoid merupakan langkah yang tepat bagi petani untuk mengatasi serangan hama pada tanaman budidaya. Parasitoid merupakan serangga yang penting dalam teknik pengendalian hayati, hal ini dikarenakan dalam proses kehidupannya terdapat fase dimana serangga parasitoid hidup di dalam tubuh inangnya. Jenis parasitoid berdasarkan stadia inang yaitu parasitoid telur, parasitoid larva - pupa, dan parasitoid imago.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merangkum informasi tentang keanekaragaman parasitoid *P. xylostella* dan *C. pavonana* serta mengkaji tingkat parasitisasinya yang sudah dilaporkan dalam beberapa penelitian.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang keanekaragaman dan tingkat parasitisasi parasitoid *P. xylostella* dan *C. pavonana*, sehingga dapat digunakan sebagai referensi pengembangan parasitoid.

PENDEKATAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni 2020 hingga Oktober 2020. Penelitian deskripsi dilakukan di Laboratorium Biosistemika Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor.

Metode Penelitian

Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilakukan melalui penelusuran pustaka terkait dengan parasitoid pada hama *P. xylostella* dan *C. pavonana*. Pustaka tersebut ditelaah untuk mengetahui keanekaragaman dan tingkat parasitisasi dari masing-masing parasitoid. Sumber pustaka ditelusuri melalui internet antara lain Google, Google Scholar, Researchgate dan sumber pustaka lain yang relevan dengan penelitian ini.

Analisis Data

Data keanekaragaman parasitoid; ordo, famili dan spesies parasitoid; fase inang, skala penelitian dan tingkat parasitisasi parasitoid ditabulasi dalam bentuk tabel dan grafik dengan menggunakan Microsoft Excel 2010, kemudian dianalisis secara deskriptif.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



HASIL DAN PEMBAHASAN

Budi Daya Kubis

@Hakipratinia IPB University

IPB University

Kubis merupakan tanaman sayuran yang pada umumnya dibudidayakan pada daerah dataran tinggi, namun saat ini sudah tersedia varietas kubis yang dapat dibudidayakan di dataran rendah (Setyaningrum dan Sapatitno 2014). Budi daya kubis tidak terlepas dari serangan organisme pengganggu tanaman yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Menurut Yuliadhi dan Sudiarta (2012), hama yang menyerang pertanaman kubis antara lain adalah *P. xylostella*, *C. pavonana*, *S. litura*, *H. armigera*, *C. orichalcea* dan *A. brassicae*. Sedangkan menurut Djatnika (1993), patogen yang menyerang pertanaman kubis antara lain *E. carotovora*, *X. campestris*, *P. brassicae*, *R. solani*, *A. brassicae*, *P. parasitica* dan *Turnip mosaic virus* (TuMV).

Ulat kubis merupakan hama utama pada pertanaman kubis. Serangan ulat kubis dapat mengakibatkan kehilangan hasil yang cukup tinggi, bahkan sampai gagal panen. Dua spesies ulat yang merupakan hama penting pada pertanaman kubis yaitu *P. xylostella* dan *C. pavonana*. Menurut Rukmana (1994) kehilangan hasil akibat serangan *P. xylostella* dapat menyebabkan kehilangan hasil antara 58% - 100%, terutama pada musim kemarau. Uhan (1993) melaporkan bahwa serangan *C. pavonana* dapat mengakibatkan kehilangan hasil kubis sebesar 65.80%.

P. xylostella tergolong serangga hama yang bersifat oligofag, yaitu berdasarkan sumber makanannya hanya menyerang jenis tanaman dari Famili Brassicaceae (Pivnick 1994). Ulat daun kubis dapat menyerang semua stadia tumbuh baik vegetatif maupun generatif. Serangga hama ini menyerang pucuk dan daun tanaman kubis mulai dari pembibitan hingga panen. Bagian tanaman yang diserangnya adalah daun dengan gejala berlubang-lubang (Sastrosiswojo 1987). Selain itu, tanaman budidaya dan gulma yang termasuk Famili Brassicaceae dapat menjadi inang dari *P. xylostella*. Sedangkan *C. pavonana* sangat merusak karena larva memakan daun baru di bagian tengah tanaman kubis sehingga tanaman gagal membentuk krop. Apabila bagian tengah tanaman kubis telah hancur maka larva pindah ke bagian ujung daun dan kemudian turun ke daun yang lebih tua. Kebanyakan tanaman yang terserang akan hancur seluruhnya jika ulat krop ini tidak dikendalikan (Sastrosiswojo dan Setiawati 1993).

Pengendalian Hama Ulat Kubis

Petani sering melakukan pengendalian hama ulat kubis dengan menggunakan insektisida sintetik karena dianggap bahwa aplikasi insektisida kimia dapat memberikan hasil cepat, nyata, dan tidak memerlukan banyak tenaga (Djojosumarto 2008). Penggunaan insektisida yang intensif dapat menimbulkan berbagai dampak negatif termasuk terjadinya resistensi hama *P. xylostella* (Sastrosiswojo 1987). Enam jenis bahan aktif insektisida komersial yang terdaftar untuk mengendalikan hama *P. xylostella* adalah abamektin, emamektin benzoat, klorfenapir, metaflumizon, profenofos, dan spinetoram (Ditsarpras 2014).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Berbagai dampak negatif penggunaan insektisida sintetik mendorong pengembangan alternatif pengendalian yang lebih aman bagi lingkungan dan penggunaannya. Salah satu alternatif pengendalian yang umum digunakan adalah insektisida nabati, yaitu jenis insektisida yang memiliki bahan aktif berupa metabolit sekunder dari tanaman dan memenuhi syarat untuk digunakan dalam pengendalian hama tanaman seperti efektif, efisien, dan aman. Beberapa jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati adalah buah sirih hutan *Piper aduncum* (Piperaceae), buah lerak *Sapindus rarak* (Sapindaceae), dan daun kacang babi *Tephrosia vogelii* (Fabaceae) (Dadang dan Prijono 2008).

Selain menggunakan insektisida nabati, petani juga dapat menggunakan agens hayati seperti *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae*. *B. thuringiensis* adalah bakteri yang menghasilkan kristal protein yang bersifat membunuh serangga (insektisidal) sewaktu mengalami sporulasinya. Kristal protein yang bersifat insektisidal ini sering disebut dengan delta endotoksin. Kristal ini sebenarnya hanya merupakan protoksin yang jika larut dalam usus serangga akan berubah menjadi polipeptida yang lebih pendek serta mempunyai sifat insektisidal. Toksin yang telah aktif berinteraksi dengan sel-sel epitel di usus tengah (*midgut*) serangga dan menyebabkan terbentuknya pori-pori di sel membran pada saluran pencernaan dan mengganggu keseimbangan osmotik dari sel-sel tersebut. Karena keseimbangan osmotik terganggu, sel menjadi bengkak dan pecah dan menyebabkan matinya serangga (Hofte dan Whiteley 1989). Larva yang terinfeksi *B. thuringiensis* menunjukkan gejala yaitu gerakan menjadi lebih lambat, aktivitas makan menurun, ukuran tubuh menjadi lebih kecil, warna tubuh menjadi pucat dan larva yang telah mati menjadi berwarna putih kehitaman, berair dan lama kelamaan menjadi hitam, tubuh lunak, dan berbau busuk.

Mekanisme infeksi oleh *B. bassiana* dimulai dari melekatnya konidia pada kutikula serangga, kemudian berkecambah dan tumbuh di dalam tubuh inangnya. *B. bassiana* memproduksi toksin yang disebut *beauvericin*. Toksin ini dapat menyebabkan gangguan pada fungsi hemolimfa dan nukleus serangga, sehingga mengakibatkan pembengkakan yang disertai pengerasan pada serangga yang terinfeksi (Soetopo dan Indrayani 2007). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatra Utara pada Tahun Anggaran 2000 telah melakukan uji adaptasi beberapa agensia hayati dari Puslit Kopi dan Kakao Jember (Cendawan *B. bassiana*). *B. bassiana* yang diaplikasikan dua kali seminggu pada tanaman kubis dapat menginfeksi larva *P. xylostella* 3–5 hari hingga mati sampai 66.20% (Abda, 1998).

Demikian juga cendawan *M. anisopliae* ditemukan dapat mematikan *P. xylostella*. Cendawan *M. anisopliae* menyerang inangnya dengan menembus integumen tubuh serangga melalui pembentukan hifa. Kematian serangga disebabkan oleh serangan hifa yang menembus ke dalam rongga tubuh serangga pada waktu perkembangan hifa dan pertumbuhan konidiospora menjadi hifa yang melepaskan *destruxin A* dan *B* yang dapat membunuh serangga (Yasmin dan Fitri 2010). Menurut Tampubolon *et al.* (2013) gejala larva yang terserang *M. anisopliae* ditandai dengan gerakan menjadi lebih lambat, nafsu makan berkurang, permukaan tubuh ditumbuhi hifa berwarna putih yang kemudian berubah warna menjadi hijau gelap seiring bertambahnya umur cendawan.

Keanekaragaman dan Tingkat Parasitisasi Parasitoid *P. Xylostella*

Hasil penelusuran pustaka menunjukkan terdapat lima famili dari Ordo Hymenoptera yang dilaporkan menjadi parasitoid *P. xylostella*. Kelima famili tersebut adalah Braconidae, Eulophidae, Chalcididae, Ichneumonidae, dan Trichogrammatidae. Secara keseluruhan terdapat 46 spesies parasitoid yang dilaporkan memarasit *P. xylostella*, 25 spesies di antaranya merupakan anggota Famili Trichogrammatidae, 13 spesies Famili Ichneumonidae, empat spesies Famili Braconidae, tiga spesies Famili Eulophidae, dan hanya satu spesies dari Famili Chalcididae (Tabel 1).

Fase inang yang diparasit oleh 46 spesies parasitoid ini cukup beragam, mulai dari telur, larva, larva-pupa, dan pupa. Apabila dilihat dari fase inang yang diparasit, jenis parasitoid yang paling dominan adalah jenis parasitoid telur. Sebanyak 25 spesies dilaporkan sebagai parasitoid telur, 14 spesies merupakan parasitoid larva, lima spesies merupakan spesies larva-pupa, dan dua spesies merupakan parasitoid pupa (Tabel 1). Parasitoid telur sebagai agen pengendalian hayati saat ini mendapat perhatian yang serius terutama dalam kaitannya dengan pengembangan teknologi alternatif pengendalian hama (Ahmad *et al.*, 2012, Pabbage & Tandiang 2007, Mandour *et al.*, 2012). Keuntungan menggunakan parasitoid telur yaitu dapat mengendalikan populasi hama pada stadium awal. Seperti parasitoid telur yang tergolong ke dalam Famili Trichogrammatidae mempunyai peluang yang sangat besar untuk dapat dimanfaatkan karena selain kemampuan mengendalikan populasi hama pada stadium awal, juga bersifat polifag, dan mudah dikembangkan pada inang pengganti.

Tabel 1 Keanekaragaman parasitoid *Plutella xylostella*

Ordo	Famili	Spesies	Fase inang
Hymenoptera	Braconidae	<i>Cotesia plutellae</i>	Larva
		<i>Apanteles</i> sp.	Larva
		<i>Cotesia</i> sp.	Larva
		<i>Microplitis plutellae</i>	Larva
Hymenoptera	Eulophidae	<i>Oomyzus sokolowskii</i>	Larva-pupa
		<i>Tetrastichus sokolowskii</i>	Larva
		<i>Tetrastichus</i> sp.	Larva
Hymenoptera	Chalcididae	<i>Brachymeria excarinata</i>	Pupa
Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Diadegma exareolator</i>	Larva
		<i>Diadegma fenestrata</i>	Larva-pupa
		<i>Diadegma insulare</i>	Larva-pupa
		<i>Diadegma leontiniae</i>	Larva
		<i>Diadegma mollipla</i>	Larva
		<i>Diadegma novaezealandiae</i>	Larva
		<i>Diadegma rapi</i>	Larva
		<i>Diadegma semiclausum</i>	Larva-pupa
		<i>Diadegma</i> sp.	Larva
		<i>Diadromus collaris</i>	Larva-pupa

Tabel 1 Keanekaragaman parasitoid *Plutella xylostella* (lanjutan)

Ordo	Famili	Spesies	Fase inang
Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Diadromus subtilicornis</i>	Pupa
		<i>Itopectis</i> nr. <i>Himalayensis</i>	Larva
		<i>Itopectis</i> sp.	Larva
Hymenoptera	Trichogrammatidae	<i>Trichogramma agrotidis</i>	Telur
		<i>Trichogramma bactrae</i>	Telur
		<i>Trichogramma brassicae</i>	Telur
		<i>Trichogramma cacoeciae</i>	Telur
		<i>Trichogramma chilonis</i>	Telur
		<i>Trichogramma cordubensis</i>	Telur
		<i>Trichogramma deion</i>	Telur
		<i>Trichogramma evanescens</i>	Telur
		<i>Trichogramma japonicum</i>	Telur
		<i>Trichogramma leptoparameron</i>	Telur
		<i>Trichogramma maidis</i>	Telur
		<i>Trichogramma minutum</i>	Telur
		<i>Trichogramma nagakartii</i>	Telur
		<i>Trichogramma neustadt</i>	Telur
		<i>Trichogramma nubilate</i>	Telur
		<i>Trichogramma ostriniae</i>	Telur
		<i>Trichogramma pintoii</i>	Telur
		<i>Trichogramma platneri</i>	Telur
		<i>Trichogramma pretiosum</i>	Telur
		<i>Trichogramma principium</i>	Telur
<i>Trichogramma semblidis</i>	Telur		
<i>Trichogramma trjapitzini</i>	Telur		
<i>Trichogrammatoidea armigera</i>	Telur		
<i>Trichogrammatoidea bactrae</i>	Telur		
<i>Trichogrammatoidea conjuangcoi</i>	Telur		

Tingkat parasitisasi cukup beragam tergantung pada setiap spesies parasitoid. Meskipun spesies yang sama tingkat parasitisasi parasitoid dapat dimungkinkan berbeda (Lampiran 1 dan 2). Hal ini dimungkinkan oleh beragam faktor yaitu biotik dan abiotik. Faktor abiotik meliputi ketinggian tempat, cuaca atau musim, kelembaban, suhu, dan curah hujan. Sedangkan faktor biotik meliputi kelimpahan inang di lapangan, pola pertanaman (monokultur/tumpang sari) dan adanya tanaman lain di sekitar pertanaman (refugia).

Tabel 2 menunjukkan bahwa spesies-spesies dari Famili Trichogrammatidae dan Ichneumonidae menunjukkan tingkat parasitisasi yang relatif tinggi, yaitu di atas 80%. Namun demikian, terdapat spesies-spesies dari semua famili yang memiliki tingkat parasitisasi yang cukup rendah, yaitu di bawah 10%.





Tabel 2 Tingkat parasitisasi parasitoid *Plutella xylostella*

Spesies	Famili	Tingkat parasitisasi (%)	Skala penelitian	Referensi
<i>Diadegma insulare</i>	Ichneumonidae	98.0	-	Legaspi <i>et al.</i> (2000)
<i>Diadegma insulare</i>	Ichneumonidae	95.0	Rumah kaca	Xu dan Shelton (2001)
<i>Trichogramma chilonis</i>	Trichogrammatidae	86.0	-	Yadav <i>et al.</i> (2001)
<i>Trichogramma cordubensis</i>	Trichogrammatidae	83.0	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Trichogramma pretiosum</i>	Trichogrammatidae	73.1	Lapangan	Liu <i>et al.</i> (2004)
<i>Trichogramma bactrae</i>	Trichogrammatidae	71.9	Laboratorium	Vasquez <i>et al.</i> (1997)
<i>Cotesia plutellae</i>	Braconidae	71.7	-	Yadav <i>et al.</i> (1979)
<i>Diadegma insulare</i>	Ichneumonidae	71.0	Lapangan	Oatman dan Planter (1979)
<i>Diadegma fenestratale</i>	Ichneumonidae	70.0	-	Logowska (1981)
<i>Trichogramma pretiosum</i>	Trichogrammatidae	69.4	Laboratorium	Vasquez <i>et al.</i> (1997)
<i>Diadegma insulare</i>	Ichneumonidae	65.0	-	Hutchison <i>et al.</i> (2004)
<i>Diadegma fenestratale</i>	Ichneumonidae	57.5	-	Moiseeva (1975)
<i>Diadegma fenestratale</i>	Ichneumonidae	57.3	Lapangan	Bhat dan Bhagat (2008)
<i>Cotesia plutellae</i>	Braconidae	57.2	Lapangan	Mushtaq dan Mohyuddin (1987)
<i>Trichogrammatoidea cojuangcoi</i>	Trichogrammatidae	56.0	Lapangan	Buchori <i>et al.</i> (2010)
<i>Cotesia plutellae</i>	Braconidae	55.9	-	Yaseen (1978)
<i>Trichogramma cojuangcoi</i>	Trichogrammatidae	54.0	Lapangan	Herlinda (2005)
<i>Trichogramma pretiosum</i>	Trichogrammatidae	51.8	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Trichogramma ostrinia</i>	Trichogrammatidae	51.8	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Trichogramma evanescens</i>	Trichogrammatidae	51.0	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Diadegma insulare</i>	Ichneumonidae	49.7	Laboratorium	Qureshi <i>et al.</i> (2020)
<i>Trichogramma nagakarttii</i>	Trichogrammatidae	48.6	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Cotesia plutellae</i>	Braconidae	47.3	-	Kumar dan Shukla (2003)
<i>Diadegma semiclausum</i>	Ichneumonidae	46.8	Lapangan	Herlinda (2005)
<i>Diadegma insulare</i>	Ichneumonidae	46.5	Lapangan	Shelton <i>et al.</i> (2002)

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

IPB University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

Tabel 2 Tingkat parasitisasi parasitoid *Plutella xylostella* (lanjutan)

Spesies	Famili	Tingkat parasitisasi (%)	Skala penelitian	Referensi
<i>Trichogramma ostriniae</i>	Trichogrammatidae	43.6	Laboratorium	Vasquez <i>et al.</i> (1997)
<i>Trichogramma pintoi</i>	Trichogrammatidae	41.4	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Diadegma semiclausum</i>	Ichneumonidae	40.9	Laboratorium	Yudha <i>et al.</i> (2017)
<i>Trichogrammatoidea armigera</i>	Trichogrammatidae	40.5	Lapangan	Wardani dan Nazar (2002)
<i>Cotesia plutellae</i>	Braconidae	36.6	-	Joshi dan Sharma (1974)
<i>Trichogramma chilonis</i>	Trichogrammatidae	36.3	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Trichogramma cacoeciae</i>	Trichogrammatidae	34.0	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Trichogrammatoidea conjuangcoi</i>	Trichogrammatidae	33.4	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Trichogramma minutum</i>	Trichogrammatidae	32.0	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Trichogramma trjapitzini</i>	Trichogrammatidae	31.0	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Cotesia plutellae</i>	Braconidae	30.0	Lapangan	Herlinda (2005)
<i>Microplitis plutellae</i>	Braconidae	30.0	-	Braun <i>et al.</i> (2004)
<i>Trichogrammatoidea bactrae</i>	Trichogrammatidae	29.7	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Cotesia plutellae</i>	Braconidae	29.4	Lapangan	Bhat dan Bhagat (2008)
<i>Trichogramma leptoparameron</i>	Trichogrammatidae	29.0	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Trichogrammatoidea bactrae</i>	Trichogrammatidae	28.1	Lapangan	Liu <i>et al.</i> (2004)
<i>Cotesia plutellae</i>	Braconidae	27.3	Lapangan	Syed <i>et al.</i> (2018)
<i>Trichogrammatoidea armigera</i>	Trichogrammatidae	27.2	Lapangan	Buchori <i>et al.</i> (2010)
<i>Trichogramma principium</i>	Trichogrammatidae	26.1	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Trichogramma semblidis</i>	Trichogrammatidae	25.8	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Trichogramma platneri</i>	Trichogrammatidae	25.8	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Trichogramma deion</i>	Trichogrammatidae	23.3	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Trichogramma brassicae</i>	Trichogrammatidae	22.4	Lapangan	Vasquez <i>et al.</i> (1997)
<i>Cotesia plutellae</i>	Braconidae	18.5	-	Ooi (1979)
<i>Tetrastichus sokolowskii</i>	Eulophidae	18.2	-	Cherian dan Basheer (1983)
<i>Apanteles sp.</i>	Braconidae	17.7	-	Ayalew dan Ogol (2006)

Tabel 2 Tingkat parasitisasi parasitoid *Plutella xylostella* (lanjutan)

Spesies	Famili	Tingkat parasitisasi (%)	Skala penelitian	Referensi
<i>Apanteles</i> sp.	Braconidae	16.6	Lapangan	Bhat dan Bhagat (2008)
<i>Trichogramma agrotidis</i>	Trichogrammatidae	16.0	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Diadegma semiclausum</i>	Ichneumonidae	16.0	Lapangan	Wardani dan Nazar (2002)
<i>Itopectis</i> nr. <i>himalayensis</i>	Ichneumonidae	14.2	Lapangan	Bhat dan Bhagat (2008)
<i>Oomyzus sokolowskii</i>	Eulophidae	12.5	Lapangan	Herlinda (2005)
<i>Trichogramma nubilate</i>	Trichogrammatidae	12.3	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Trichogramma japonicum</i>	Trichogrammatidae	11.5	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Tetrastichus sokolowskii</i>	Eulophidae	10.0	-	Ru dan Workman (1979)
<i>Trichogramma neustadt</i>	Trichogrammatidae	9.0	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Diadromus subtilicornis</i>	Ichneumonidae	8.0	-	Braun <i>et al.</i> (2004)
<i>Tetrastichus</i> sp.	Eulophidae	7.5	Lapangan	Herlinda (2005)
<i>Tetrastichus sokolowskii</i>	Eulophidae	7.4	Lapangan	Bhat dan Bhagat (2008)
<i>Microplitis plutellae</i>	Braconidae	7.0	Lapangan	Shelton <i>et al.</i> (2002)
<i>Itopectis</i> sp.	Ichneumonidae	4.8	-	Ayalew dan Ogol (2006)
<i>Oomyzus sokolowskii</i>	Eulophidae	4.4	Lapangan	Syed <i>et al.</i> (2018)
<i>Trichogramma maidis</i>	Trichogrammatidae	4.3	Laboratorium	Guo <i>et al.</i> (1999)
<i>Diadromus subtilicornis</i>	Ichneumonidae	4.0	Lapangan	Shelton <i>et al.</i> (2002)
<i>Oomyzus sokolowskii</i>	Eulophidae	2.1	Lapangan	Shelton <i>et al.</i> (2002)
<i>Cotesia</i> sp.	Braconidae	1.8	Lapangan	Syed <i>et al.</i> (2018)
<i>Trichogrammatoidea armigera</i>	Trichogrammatidae	1.3	Lapangan	Buchori <i>et al.</i> (2010)
<i>Diadegma</i> sp.	Ichneumonidae	0.5	Lapangan	Syed <i>et al.</i> (2018)
<i>Diadromus collaris</i>	Ichneumonidae	0.4	Lapangan	Syed <i>et al.</i> (2018)
<i>Brachymeria excarinata</i>	Chalcididae	0.2	Lapangan	Syed <i>et al.</i> (2018)

Populasi *P. xylostella* dan parasitoid *D. semiclausum* secara umum tidak berbeda nyata pada pertanaman kubis tanpa maupun dengan aplikasi insektisida. Seperti yang telah dilaporkan oleh Bhat dan Bhagat (2008), aktivitas parasitoid maksimum dan parasitisme rata-rata bulanan tertinggi terjadi pada bulan Mei-Juni. Hal ini dikaitkan dengan kondisi lapangan yang optimal ketika suhu tidak

terlalu rendah ataupun tidak terlalu tinggi. Bulan Mei-Juni merupakan puncak aktivitas dan tingkat parasitisasi parasitoid: *D. fenestrata*, *C. plutellae*, *Apanteles* sp. dan *Itoplectis* sp.

Faktor abiotik atau kondisi lingkungan menjadi faktor yang berpengaruh penting pada tingkat parasitisasi parasitoid. Beberapa faktor lingkungan yang memengaruhi di antaranya adalah cuaca atau musim, ketinggian tempat, curah hujan, dan suhu. Parasitoid *D. semiclausum* hanya ditemukan di daerah dataran tinggi, sebaliknya *C. plutellae* hanya ditemukan dan menjadi parasitoid yang dominan di dataran rendah. *T. conjuangcoi* dapat ditemukan di daerah dataran tinggi maupun rendah, namun pada daerah dataran rendah tingkat parasitisasinya hanya mencapai 5% (Herlinda 2005). *D. mollipla* merupakan parasitoid *P. xylostella* di pulau St. Helena, namun karena penggunaan pestisida sintetik yang intensif maka pengaruhnya dalam pengendalian hayati rendah (Kfir dan Thomas 2001).

Di Indonesia, *D. semiclausum* berhasil dikembangkan di Pacet, Jawa Barat (Sastrosiwojo 1984) dan selanjutnya dilepaskan ke daerah lainnya seperti Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Sumatera (Kalshoven 1981). Hasil penelitian Herlinda (2005) menyatakan bahwa *D. semiclausum* hanya ditemukan pada dataran tinggi karena parasitoid ini hanya mampu hidup pada suhu rendah. Peningkatan populasi *P. xylostella* pada musim kemarau menyebabkan tingkat parasitisasi oleh *D. semiclausum* juga lebih tinggi dibandingkan pada musim hujan (Herlinda 2004).

Keanekaragaman dan Tingkat Parasitisasi Parasitoid *C. pavonana*

Hasil penelusuran pustaka menunjukkan terdapat tiga famili dari Ordo Hymenoptera dan satu famili dari Ordo Diptera yang dilaporkan menjadi parasitoid *C. pavonana*. Famili dari ordo Hymenoptera tersebut adalah Braconidae, Ichneumonidae dan Trichogrammatidae dan famili dari Ordo Diptera adalah Tachinidae.

Tabel 3 Keanekaragaman parasitoid *Crociodolomia pavonana*

Ordo	Famili	Spesies	Fase inang
Hymenoptera	Braconidae	<i>Cotesia</i> sp.	Larva
		<i>Apanteles stantoni</i>	Larva
Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Colpotrichia</i> sp	Larva
		<i>Diadegma</i> sp	Larva
		<i>Eriborus argenteopilosus</i>	Larva
		<i>Cardiochiles</i> sp.	Larva
Diptera	Tachinidae	<i>Palexorista inconspicuooides</i>	Larva
		<i>Palexorista</i> sp.	Larva
		<i>Sturnia</i> sp	Larva
Hymenoptera	Trichogrammatidae	<i>Trichogramma chilostrae</i>	Telur
		<i>Trichogramma chilonis</i>	Telur
		<i>Tricogramma evanescens</i>	Telur

Secara keseluruhan terdapat 12 spesies parasitoid yang dilaporkan memarasit *C. pavonana*, empat spesies di antaranya merupakan anggota Famili Ichneumonidae, tiga spesies Famili Trichogrammatidae, tiga spesies Famili Tachinidae, dan dua spesies dari Famili Braconidae (Tabel 3). Fase inang yang diparasit oleh 12 spesies parasitoid ini hanya fase telur dan larva. Apabila dilihat dari fase inang yang diparasit, jenis parasitoid yang paling dominan adalah jenis parasitoid larva. Sebanyak tiga spesies dilaporkan sebagai parasitoid telur dan sembilan spesies merupakan parasitoid larva.

Beberapa spesies dari Famili Ichneumonidae dan Trichogrammatidae menunjukkan tingkat parasitisasi yang relatif tinggi, yaitu di antara 50%-80% (Tabel 4). Namun demikian, terdapat spesies dari semua famili yang memiliki tingkat parasitisasi yang cukup rendah, yaitu di bawah 10%.

Tabel 4 Tingkat parasitisasi parasitoid *Crocidolomia pavonana*

Spesies	Famili	Tingkat parasitisasi (%)	Skala penelitian	Referensi
<i>Eriborus argenteopilosus</i>	Ichneumonidae	79.0	Laboratorium	Nelly <i>et al.</i> 2005
<i>Trichogramma evanescens</i>	Trichogrammatidae	68.0	Laboratorium	Rejesus <i>et al.</i> (1997)
<i>Trichogramma chilonis</i>	Trichogrammatidae	58.1	Laboratorium	Fangupo <i>et al.</i> 2016
<i>Trichogramma chilonis</i>	Trichogrammatidae	43.5	Lapangan	Ueese <i>et al.</i> 2014
<i>Eriborus</i> sp.	Ichneumonidae	35.0	Lapangan	Wardani 2016
<i>Eriborus argenteopilosus</i>	Ichneumonidae	27.4	Laboratorium	Nelly <i>et al.</i> 2005
<i>Eriborus argenteopilosus</i>	Ichneumonidae	25.8	Lapangan	Uhan dan Somantri 2005
<i>Sturnia</i> sp.	Tachinidae	22.5	Lapangan	Nelly 2006
<i>Trichogramma chilonis</i>	Trichogrammatidae	13.5	Laboratorium	Fangupo <i>et al.</i> 2016
<i>Palexorista</i> sp.	Tachinidae	5.5	Lapangan	Saucke <i>et al.</i> 2000
<i>Cardiochiles</i> sp.	Ichneumonidae	4.5	Lapangan	Saucke <i>et al.</i> 2000
<i>Trichogramma chilostrae</i>	Trichogrammatidae	3.4	Lapangan	Hidayani <i>et al.</i> 2013
<i>Cotesia</i> sp.	Braconidae	0.5	Lapangan	Saucke <i>et al.</i> 2000
<i>Trichogramma chilonis</i>	Trichogrammatidae	0.5	Lapangan	Saucke <i>et al.</i> 2000

Tingkat parasitisasi pada hama tanaman kubis dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Syabani (2017), pola pertanaman tumpangsari kubis dan tomat berdampak pada tingginya tingkat parasitisasi oleh parasitoid terhadap hama *P. xylostella* dikarenakan tanaman tomat menjadi tempat berlindung bagi parasitoid tersebut. Umur tanaman diketahui berkorelasi terhadap ketersediaan parasitoid, dikarenakan umur tanaman memengaruhi kelimpahan hama yang merupakan

inang bagi parasitoid. Menurut penelitian yang dilakukan Supartha *et al.* (2014), kelimpahan parasitoid tertinggi pada tanaman kubis adalah pada 8 MST dikarenakan ketersediaan inang bagi parasitoid yang melimpah di lapangan.

Perubahan suhu dilaporkan berpengaruh pada intensitas aktivitas parasitoid di lapangan. Pengujian yang dilakukan Nelly *et al.* (2005) menyimpulkan bahwa tingkat parasitisasi parasitoid *E. argenteopilosus* lebih rendah pada suhu 20 °C dan optimal pada 30 °C dikarenakan aktivitas parasitoid lebih tinggi pada suhu tersebut.

Penggunaan pestisida sintetik juga mampu memengaruhi kelimpahan dari parasitoid yang berkorelasi dengan ketersediaan hama sebagai inang parasitoid. Pengujian yang dilakukan Yudha *et al.* (2019) menunjukkan bahwa pada areal pertanaman yang diberi perlakuan pestisida dengan konsentrasi tinggi akan menurunkan populasi hama dan berkorelasi pada turunnya kelimpahan parasitoid. Penggunaan bahan aktif dengan konsentrasi tinggi yang berulang memiliki efek yang secara tidak langsung dapat memengaruhi keanekaragaman parasitoid dalam suatu areal dan memiliki risiko timbulnya resistensi, maka pengendalian hama tetap harus mengacu pada sistem pengendalian hama terpadu (PHT).

Tingkat parasitisasi *D. semiclausum* terhadap *P. xylostella* dilaporkan beragam. Menurut (Sastrosiswojo & Setiawati 1993) tingkat parasitoid *D. semiclausum* di Jawa Barat berkisar 79%–88%. Tingkat parasitisasi juga dapat dipengaruhi oleh perilaku budidaya dan tindakan pengendalian hama. Menurut Herlinda (2004) tingkat parasitisasi larva *P. xylostella* oleh *D. semiclausum* pada awal tanam kubis di dataran tinggi Kerinjing, Pagaralam cenderung tinggi, namun saat memasuki fase pembentukan krop, tingkat parasitisasi menurun. Hal ini disebabkan penggunaan insektisida yang rendah pada awal tanam, sedangkan menjelang fase generatif (4-9 minggu setelah tanam) aplikasi insektisida intensif. Parasitisasi oleh *Trichogramma* spp. (parasitoid telur), *D. semiclausum*, dan *Cotesia* sp. (parasitoid larva) cenderung mengikuti populasi inangnya (*P. xylostella*) (Herlinda (2004).

Tumbuhan yang terdapat di lingkungan hidup parasitoid juga dapat memengaruhi kemampuan parasitisasi. Tingkat parasitisasi maksimum *D. semiclausum* pada perlakuan petak dengan ditanami tanaman *Fagopyrum esculentum* (Polygonaceae) dapat mencapai 75%, sedangkan pada petak yang tidak ditanami hanya 40% (Lavandero *et al.* 2005). Selain itu kelimpahan *D. semiclausum* juga meningkat dengan semakin dekatnya jarak pertanaman budidaya dengan petakan *F. esculentum*.



SIMPULAN

Terdapat lima famili dari Ordo Hymenoptera yang menjadi parasitoid pada *Plutella xylostella* yaitu Famili Braconidae, Eulophidae, Chalcididae, Ichneumonidae dan Trichogrammatidae, dengan total 46 spesies parasitoid. Parasitoid pada *Crociodolomia pavonana* terdapat tiga famili dari Ordo Hymenoptera, yaitu Famili Braconidae, Ichneumonidae dan Trichogrammatidae, dan satu famili dari Ordo Diptera yaitu Famili Tachinidae, dengan total 12 spesies parasitoid. Beberapa spesies dari Famili Trichogrammatidae dan Ichneumonidae memiliki tingkat parasitisasi yang cukup tinggi yaitu di atas 80% pada *P. xylostella* dan 50-80% pada *C. pavonana*. Terdapat spesies parasitoid dari semua famili yang memiliki tingkat parasitisasi yang cukup rendah, yaitu di bawah 10%, namun semuanya berpotensi dikembangkan untuk alternatif pengendalian ulat kubis di lapangan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

DAFTAR PUSTAKA

- Abda G. 1998. Kajian teknologi pengendalian ulat krop *Crocidolomia binotalis* pada tanaman kubis dengan agensi hayati (CbBx). *Prosiding Gelar Teknologi Spesifik*. Karawang 5-9 Oktober. Direktorat Jend. Tanaman Pangan dan Hortikultura. Direktorat Bina Perlindungan Tanaman. Hal.84-86.
- Adiyoga W, Ameriana M, Suherman R, Soetiarso TA, Jaya B, Udiarto BK, Rosliani R, Mussadad D. 2004. *Profil Komoditas Kubis*. Bandung (ID): Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Ahmad S, Ashfaq M, Hassan M, Sahi ST. 2012. Potential of parasitoid *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) against the sugarcane stem borer, *Chilo infuscatellus* (Lepidoptera: Pyralidae) under field condition. *Int J Biodiversity and Conservation*. 4(1): 36–38.
- Ankersmith GW. 1953. DDT resistance in *Plutella maculipennis* (Curt.)(Lep.) in Java. *Bull Entomol Res*. 3(44): 421-425.
- Ayalew G, Ogol CKPO. 2006. Occurance of the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) and its parasitoids in Ethiopia: influence of geographical region and agronomic trait. *J Appl Ent*. 130(6-7): 343-348.
- Azidah AA, Fitton MG, Quicke DLJ. 2000. Identification of the *Diadegma* species (Hymenoptera: Ichneumonidae, Campopleginae) attacking the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Bull Entomol Res*. 90: 375-389.
- Beck NG, Cameron PJ. 1990. Comparasion of lepidopteran pest populations and their parasitoids in three vegetable brassicas. *Proceedings of the 43rd New Zealand Weed and Pest Control Conference*. Hlm. 21-25.
- Bhat DM, Bhagat RC. 2008. Studies on parasitoids of cabbage diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) in Kashmir Valley. *J Ent Res*. 32(4): 303-308.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2018. Produksi tanaman sayuran kubis [Internet]. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik; [diunduh 2020 Juni 23]. Tersedia pada: <http://bps.go.id/site>.
- Braun L, Olfert O, Soroka J, Mason P, Dossdall LM. 2004. Diamondback moth biocontrol activities in Canada. Dalam: Kirk AA, Bordat D, editor. *Improving biocontrol of Plutella xylostella*. *Proceedings of the International Symposium*, 21-24 Okt 2002. Montpellier, Perancis. Hlm. 144-146.
- Buchori D, Meilin A, Hidayat P, Sahari B. 2010. Species distribution of *Trichogramma* and *Trichogrammatoidea* genus (Trichogrammatoidea: Hymenoptera) in Java. *J ISSAAS*. 16(1):83-96.
- Cherian MC, Basheer M. 1938. *Tetastichus sokolowskii* Kurdj (Eulophidae), a larval parasite of *Plutella maculipennis* in South India. *Proc Ind Acad Sci*. 9:87-97.
- Dadang, Prijono D. 2008. *Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengembangan*. Bogor (ID): Departemen Proteksi Tanaman.
- [Ditsarpras] Direktorat Sarana dan Prasarana. 2014. *Pestisida Pertanian dan Kehutanan*. Jakarta (ID): Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

- Djatnika I. 1993. *Penyakit tanaman kubis dan cara pengendalian*. Dalam: Permadi AH dan Sastrosiswojo S, penyunting. Kubis Ed Pertama: 51-56. Kerjasama Balihort Lembang dengan Program Nasional PHT BAPPENAS.
- Djojosumarto P. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya*. Jakarta (ID): Agromedia Pustaka.
- Fangupo S, Kant R, Palomar MK, Furlong MJ. 2016. Effect of insecticides on *Trichogramma chilonis* L., egg parasitoid of large cabbage moth, *Crocidolomia pavonana* F. *JOSPA*. 19(1 dan 2): 2016.
- Fitton M, Walker A. 1992. Hymenopterous parasitoids associated with diamondback moth: taxonomic dilemma. Dalam: Takelar NS, editor. Diamondback moth and other crucifer pests. *Proceedings of The Second International Workshop*, 10-14 Des 1990. Tainan, Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center. Hlm. 225-232.
- Goodwin S. 1979. Changes in the numbers in the parasitoid complex associated with the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera) in Victoria. *Austr J Zool*. 27: 981-989.
- Guo M, Zhu D, Li L. 1999. Selection of *Trichogramma* species for controlling the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). *Entomologia Sinica*. 6(2):187-192.
- Herlinda S. 2004. Dinamika interaksi antara parasitoid dengan inangnya, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) pada sayuran Brassicaceae. *Agria*. 1:10-17.
- Herlinda S. 2005. Parasitoid dan parasitisasi *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) di Sumatera Selatan. *Hayati*. 12(4): 151-156.
- Hidayani, Rusli R, Lubis YS. 2013. Keanekaragaman spesies parasitoid telur hama Lepidoptera dan parasitisasinya pada beberapa tanaman di Kabupaten Solok, Sumatera Barat. *J Nat Indones*. 15(1): 9-14.
- Hofte H, Whiteley HR. 1989. Insectisidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. *Microbiol. Rev*. 53: 42-225.
- Hutchison WD, Burkness EC, Pahl G, Hurley TM. 2004. Integrating novel technologies for cabbage IPM in the USA: value of on-farm research. Dalam: Endersby NM, Ridland PM, editor. The management of diamondback moth and other crucifer pests. *Proceeding of the Fourth International Workshop*, 26-29 Nov 2001. Melbourne, Australia: Department of Natural Resources and Environment. Hlm.. 371-379.
- Joshi FL, Sharma J. 1974. New record of a braconid, *Apanteles plutellae* Kurdj, parasites of the larvae of *Plutella xylostella* and *Trichoplusia ni* Hb. In Rajasthan. *Indian J Ent*. 36(2): 160.
- Kalshoven LGE. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia*. Laan PA van der, penerjemah. Jakarta (ID): Ichtar Baru-Van Hoeve. Terjemahan dari: De Plagen van de Culurgewassen in Indonesie.
- Kfir R, Thomas J. 2001. Biological control of Diamondback moth on St. Helena island with parasitoids supplied by ARC-PRRI. *ARC-PPRI Bulletin, Plant Protection News*: 59.
- Kumar A, Shukla A. 2003. Seasonal activity of larval parasitoid, *Cotesia plutellae* (Kurdj.) on *Plutella xylostella* (Linn.) in cabbage. *J Ent Res*. 27(3): 181-184.

- Lavandero B, Wratten S, Shishehbor P, Worner S. 2005. Enhancing the effectiveness of the parasitoid *Diadegma semiclausum* (Helen): Movement after use of nectar in the field. *Biol. Control*. 50: 871-880.
- Legaspi BC Jr, Liu TX, Sparks AN Jr. 2000. Occurrence of the diamondback moth and its parasitoids in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *Subtropical Plant Science*. 52: 47-51.
- Liu S, Cooper L, Llewellyn RR, Elson-Harris M, Duff J, Furlong MJ, Zalucki MP. 2004. Egg parasitoids of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), from south-east Queensland. *Australian Journal of Entomology*. 43: 201-207.
- Logowska B. 1981. Ichneumonidae and Braconidae (Hymenoptera) as parasites of small cabbage moth *Plutella maculipennis* Curt. (Lepidoptera: Plutellidae). *Polskie Pismo Entomologiczne*. 51(2): 355-362.
- Mandour NS, Sarban AA, Atwa DH. 2012. The integration between *Trichogramma evanescens* West. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and selected bioinsecticides for controlling the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zell.) (Lepidoptera: Gelechiidae) of stored potatoes. *J Plant Protection Res*. 52(1): 40-46.
- Moekasan TK, Sastroswojo S, Rukmana T, Sutanto H, Purnamasari IS, Kurnia A. 2004. Status resistensi lima strain *Plutella xylostella* L. terhadap formulasi fipronil, deltametrin, profenofos, abamektin dan *Bacillus thuringiensis*. *J Hort*. 2(14): 84-90.
- Moiseeva TS. 1975. Natural regulators of the numbers of pests of cabbage. *Zashchita Rastenii*, 6: 23-24
- Mulyaningsih L. 2010. Aplikasi agensia hayati atau insektisida dalam pengendalian hama *Plutella xylostella* Linn. dan *Crociodolomia binotalis* Zell. untuk peningkatan produksi kubis (*Brassica oleracea* L.). *Med Soerjo*. 7(2): 91-110.
- Mushtaq M, Mohyuddin AI. 1987. *Apanteles plutellae* Kurdj. (Braconidae: Hymenoptera), an effective parasite of diamondback moth, in Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*. 19:341-348.
- Nelly N, Habazar T, Syahni R, Sahari B, Buchori D. 2005. Tanggap fungsional parasitoid *Eriborus argenteopilosus* (Cameron) terhadap *Crociodolomia pavonana* (Fabricus) pada suhu yang berbeda. *Hayati*. 12(1): 17-22.
- Nelly N. 2006. Kelimpahan populasi parasitoid *Sturmia* sp. (Diptera: Tachinidae) pada *Crociodolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae) di Daerah Alahan Panjang Sumatera Barat. *Artikel Penelitian Doktor Muda*. Universitas Andalas.
- Oatman ER, Planter GR. 1979. An ecological study of insect populations on cabbage in southern California. *Hilgardia*. 40: 1-40.
- Ooi PAC. 1979. Incidence of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) and its parasites, *Apanteles plutellae* Kurdj. (Hymenoptera: Braconidae) in Cameron High lands, Malaysia. *Malaysia App. Biol*. 8: 131-143.
- Pabbage MS, Tandibang J. 2007. Parasitasi *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) pada berbagai tingkat populasi dan generasi biakan parasitoid terhadap telur penggerek batang jagung *Ostrinia furnacalis* Guenee. *Agritrop*. 26(1): 41-50.



- Permadi AH, Sastrosiswojo S. 1993. *Kubis*. Lembang (ID): Balai Penelitian Hortikultura.
- Pinaria BAN, Tarpre D, Memah VV. 2018. Evaluasi parasitoid *Eriborus argenteopilosus* Cameron (Hymenoptera: Ichneumonidae) pada populasi hama *Crociodolomia pavonana* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*. 5(2): 86-95.
- Pivnick KA, Jarvis BJ, Slater GP. 1994. Identification of olfactory cues used in host plant finding by diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *J Chem Ecol*. 20: 1407 – 1427.
- Prabaningrum L, Uhan TS, Nurwahidah U, Karmin, Hendra A. 2013. Resistensi *Plutella xylostella* terhadap insektisida yang umum digunakan oleh petani kubis di Sulawesi Selatan. *J Hort*. 23(2): 164-173.
- Pu'u YMSW, Minggu YN. 2014. Eksplorasi dan identifikasi parasitoid hama *Plutella xylostella* pada tanaman kubis *Brassica oleraceae*. *Agrica*. 7(2): 111-121.
- Qureshi MS, Mohsin A, Naem M, Shah KN. 2020. Parasitism and sex ration of *Diadegma insulare* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) against *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) on cruciferous cultivars under different temperatures. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 30:122. Doi: 10.1186/s41938-020-00324-y.
- Ru N, Workman RB. 1979. Seasonal abundance and parasites of the imported cabbage worm, diamondback moth and cabbage webworm in north east Florida. *Florida Ent*. 62(1): 68-69.
- Rukmana T. 1994. *Bertanam Kubis*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Sastrosiswojo S. 1984. Status pengendalian hayati hama *Plutella xylostella* oleh parasitoid *Diadegma eucerophaga* di Jawa Barat. Dalam: *Risalah Seminar Hama dan Penyakit Sayuran*, Cipanas, 29-30 Mei 1984.
- Sastrosiswojo S, Koestoni T, Sukwida A. 1989. Status resistensi *Plutella xylostella* strain Lembang terhadap beberapa jenis insektisida golongan organofosfat, piretroid sintetil, dan benzoil urea. *Bul Penel Hort*. 1(18): 85-93.
- Sastrosiswojo S, Setiawati W. 1993. Hama-hama tanaman kubis dan cara pengendalian. Dalam A.H. Permadi & S. Sastrosiswojo (Penyunting). *Kubis*. Edisi Pertama: 39-50. Kerjasama Balihort Lembang dengan Program Nasional PHT, BAPPENAS.
- Sastrosiswojo S. 1987. Perpaduan pengendalian secara hayati dan kimiawi hama ulat daun kubis (*Plutella xylostella* L; Lepidoptera: Yponomeutidae) pada tanaman kubis [disertasi]. Bandung (ID): Universitas Padjadjaran.
- Saucke H, Dori F, Schmutterer. 2000. Biological and integrated control of *Pluella xylostella* (Lep.Yponomeutidae) and *Crociodolomia pavonana* (Lep. Pyralidae) in brassica crops in Papua New Guinea. *Biocontrol Sci Technol*. 10: 595-606.
- Setiawati W, Uhan TS, Somantri A. 2005. Parasitoid *E. argenteopilosus* sebagai agens pengendali hayati hama *H. armigera*, *S. litura*, dan *C. pavonana* pada tumpangsari tomat dan brokoli. *J Hort*. 15(4):279-287.
- Setyaningrum HD, Saparitno C. 2014. *Panen Sayur*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya

- Shaw MR, Hortsman K. 1997. An analysis of host range in the *Diadegma nanus* group of parasitoids in Western Europe, with a key to species (Hymenoptera: Ichneumonidae: Campopleginae). *Journal of Hymenoptera Research*. 6: 273-296.
- Shelton AM, Wilsey WT, Hoebeke ER, Schmaedick MA. 2002. Parasitoids of cabbage Lepidoptera in Central New York. *Journal of Entomological Science*. 37: 270-271
- Shepard BM, Barrion TA. 1998. Parasitoids of insects associated with soybean and vegetable crops in Indonesia. *J Agric Entomol*. 15(3): 239-272.
- Soetopo D, Indrayani I. 2007. Status teknologi dan prospek *Beauveria bassiana* untuk pengendalian serangga hama tanaman perkebunan yang ramah lingkungan. *Perspektif*. 6(1): 29-46.
- Supartha NPEY, Susila IW, Yuliadhi KA. 2014. Keragaman dan kepadatan populasi parasitoid yang berasosiasi dengan *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) pada tanaman kubis tanpa aplikasi dan aplikasi insektisida. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 1(3): 12-21.
- Syabani AN. 2017. Pengaruh pola pertanaman kubis (*Brassica oleracea*) terhadap tingkat populasi dan intensitas serangan *Plutella xylostella* dan *Crociodolomia pavonana*. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Syed TS, Abro GH, Shaikh MA, Mal B, Shelton AM. 2018. Parasitism of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) in southern Pakistan. *Florida Entomologist*. 101(2): 172-177.
- Tampubolon DY, Pangestiningih Y, Zahara F, Manik F. 2013. Uji patogenitas *Bacillus thuringiensis* dan *Metharizium anisopliae* terhadap mortalitas *Spodoptera litura* Fabr (Lepidoptera: Noctuidae) di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 1(3): 783-793.
- Ueese A, Ridland PM, Stouthamer R, He Y, Ang G, Zalucki MP, Furlong MJ. 2014. *Trichogramma chilonis* Ishii: A potential biological control agent of *Crociodolomia pavonana* in Samoa. *Biological Control*. 73: 31-38.
- Uhan TS. 1993. Kehilangan hasil panen kubis karena ulat krop kubis (*Crociodolomia binotalis* Zell) dan cara pengendaliannya. *J Hort*. 3(2): 22-26.
- Vasquez LA, Shelton AM, Hoffmann MP, Roush RT. 1997. Laboratory evaluation of commercial Trichogrammatid products for potential use against *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Biological Control*. 9: 143-148.
- Wardani N, Nazar A. 2002. Evaluasi tingkat parasitisasi parasitoid telur dan larva terhadap *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) pada tanaman kubis-kubisan. *J Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 2(2): 55-60.
- Wardani N. 2016. Aktivitas parasitoid larva (*Snellenius manilae*) Ashmead (Hymenoptera: Ichneumonidae) dalam mengendalikan hama tanaman. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*. Banjarbaru, 20 Juli 2016.
- Wegener B, Reineke A, Lohr B, Zebitz CPW. 2004. A PCR-based approach to distinguish important *Diadegma* species (Hymenoptera Ichneumonidae) associated with diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Bull. Entomol. Res*. 94: 465-471.



- Xu J, Shelton AM. 2001. A method for rearing *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in the greenhouse. *Journal of Entomological Science*. 36: 208-210.
- Yadav DN, Patel RC, Majunath TM. 1979. On the occurrence of new larval parasites of *Plutella xylostella* (L.) in Gujarat. *Current Sci*. 48(7): 312-313.
- Yaseen M. 1978. The establishment of two parasites of the diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) in Trinidad West Indies. *Entomophaga*. 23(2): 111-114.
- Yasmin Y, Fitri L. 2010 The effect of *Metharizium anisopliae* fungi on mortality of *Aedes aegypti* larvae. *Jurnal Natural*. 10(1): 31-35
- Yudha IKW, Susila IW, Adnyana IMM. 2017. Pola interaksi parasitoid larva *Diadegma semiclausum* Hellen (Hymenoptera: Ichneumonidae) dengan *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) pada tanaman kubis yang diperlakukan dengan insektisida berbahan aktif emamectin benzoate 5.7%. *E-Journal Agroteknologi Tropika*. 6(4): 433-442.
- Yuliadhi KA, Sudiarta DP. 2012. Struktur komunitas hama pemakan daun kubis dan investigasi musuh alaminya. *J Agrotrop*. 2(2): 191-196



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 9 Agustus 1995 sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Iskandar dan Ibu Retno Wati serta memiliki satu saudara, yaitu Avila Fadilah Azka. Penulis menyelesaikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Penengahan, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung pada tahun 2007; sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Krui, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung pada tahun 2010; sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Krui, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung pada tahun 2013 dan melanjutkan pendidikan di Institut Pertanian Bogor melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) pada tahun 2013.

Selama menjalani pendidikan di IPB, penulis menerima bantuan pendidikan beasiswa Bidik Misi. Penulis aktif sebagai anggota Keluarga Mahasiswa Lampung (Kemala). Penulis pernah menjadi kepala Divisi Publikasi, Dekorasi dan Dokumentasi (PDD) dalam kepanitiaan Masa Perkenalan Departemen (Poepa). Selain itu, penulis juga pernah menjadi Asisten Praktikum mata kuliah Pengendalian Hama Terpadu dan Penyakit Tanaman pada tahun akademik 2017/2018.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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