

Serangga Berguna

Salah satu kelompok hewan baik jenis maupun jumlahnya yang sangat tinggi adalah serangga (insekta). Serangga merupakan makhluk hidup dengan jumlah spesies terbanyak di dunia dan telah menginvasi setiap tempat sehingga dapat ditemukan di hampir seluruh bagian bumi ini. Serangga memiliki keanekaragaman luar biasa dalam ukuran, bentuk dan perilaku. Berbagai jenis serangga dapat hidup dan menghuni habitat pada ekosistem yang berbeda baik di daratan maupun di perairan sehingga hampir di setiap relung kehidupan dapat ditemukan serangga. Diperkirakan 70% dari total spesies flora dan fauna merupakan serangga. Pendapat lain menyatakan bahwa terdapat sekitar 4-6 juta spesies serangga di dunia, namun hanya sekitar 1 juta spesies yang telah diidentifikasi. Indonesia sebagai salah satu "Negara Mega Biodiversity" di dunia dikaruniai keanekaragaman hayati yang sangat besar khususnya serangga. Tak hanya itu, letak geografis Indonesia yang strategis menjadikan tingkat endemisme atau tingkat keunikan ekologi sangat tinggi, sehingga mendukung kehidupan berbagai organisme termasuk serangga.

Serangga mempunyai peranan yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan lingkungan hidup ini. Namun demikian belum banyak masyarakat yang mengenal serangga dengan baik dan umumnya masyarakat mengenal serangga hanya karena sifat merugikan atau gangguan pada kehidupannya seperti nyamuk, kecoak/lipas, lalat rumah, rayap, dan serangga-serangga hama pada bidang pertanian. Jika diperhatikan dari proporsi jumlah serangga yang menguntungkan (berguna/bermanfaat) dengan jumlah serangga yang merugikan maka jumlah serangga yang bersifat merugikan jauh lebih sedikit dibandingkan dengan serangga-serangga yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Serangga bermanfaat dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Kehadiran parasitoid dan predator sebagai bagian dari ekosistem dapat menjaga keseimbangan alam melalui perannya sebagai pemberi jasa ekosistem (*ecosystem services*). Serangga-serangga yang bersifat karnivor seperti parasitoid dan predator ini justru sangat membantu baik pada bidang pertanian maupun bidang lainnya termasuk bidang forensik. Peran serangga lainnya dalam bidang pertanian sangat besar yaitu sebagai polinator yang membantu dalam produksi tanaman. Banyak tanaman yang sangat bergantung pada lebah untuk penyerbukannya sehingga kehadiran lebah mutlak sangat diperlukan. Tidak hanya itu produk lebah banyak dimanfaatkan untuk kepentingan manusia baik untuk kesehatan maupun untuk kegiatan ekonomi yang dapat meningkatkan kesejahteraan manusia. Selain produk-produk serangga yang dapat dimanfaatkan oleh manusia, serangga secara langsung dapat juga dijadikan sebagai bahan pangan dan pakan. Keunikan kehidupan serangga pada suatu ekosistem dapat dijadikan sebagai bioindikator lingkungan sehingga dapat dinyatakan apakah kondisi lingkungan tersebut dalam keadaan baik atukah sudah tercemar. Adapula serangga yang hidup dalam tanah yang hidup berdampingan dengan beragam jenis mikroorganisme tanah yang banyak berperan untuk menjaga kesuburan tanah melalui penguraian bahan organik sehingga tanaman mendapatkan unsur hara yang cukup. Kemampuan serangga untuk mengurai bahan organik ini sangat menarik untuk dikaji lebih jauh karena salah satu permasalahan besar yang dihadapi oleh masyarakat pada era sekarang ini adalah masalah lingkungan yang berkaitan dengan limbah baik limbah rumah tangga maupun limbah yang berasal dari sumber yang lain. Untuk itu, upaya-upaya konservasi serangga sangat penting untuk dilakukan agar peranan serangga di alam tetap terjaga.



PT Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251-8355 158 E-mail: ipbpress@apps.ipb.ac.id

IPB Press Penerbit IPB Press ipbpress.com

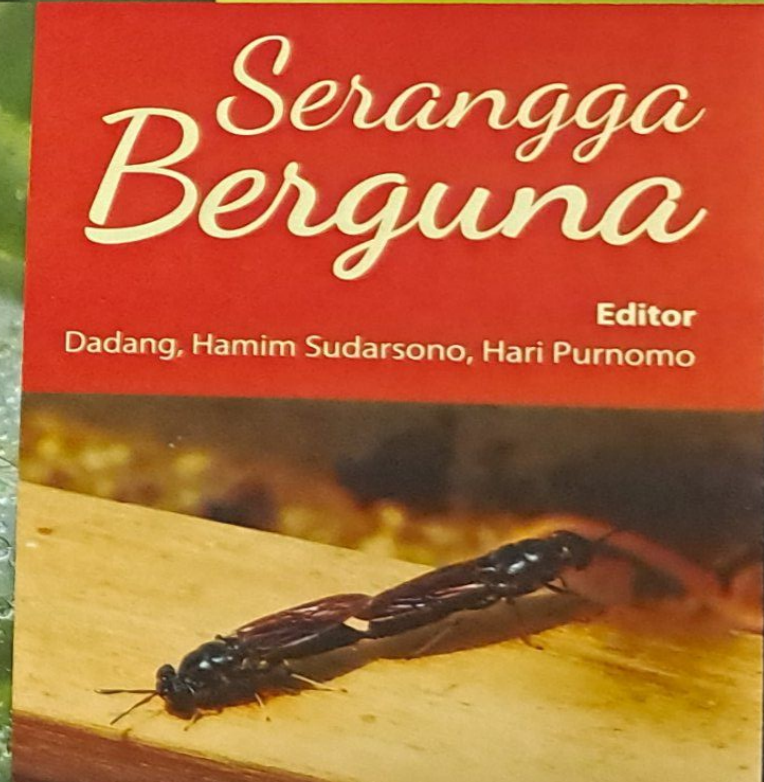
Pertanian

ISBN : 978-623-467-167-4



9 786234 671674

IPB Press



Serangga Berguna

Editor

Dadang, Hamim Sudarsono, Hari Purnomo

*Serangga
Berguna*

Serangga Berguna

Editor

Dadang

Hamim Sudarsono

Hari Purnomo



Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3,

Kota Bogor - Indonesia

C.01/07.2022

Judul Buku:

SERANGGA BERGUNA

Editor:

Dadang
Hamim Sudarsono
Hari Purnomo

Penyunting Bahasa:

Atika Mayang Sari

Desain Sampul & Penata Isi:

Army Trihandi Putra

Jumlah Halaman:

246 + 24 hal romawi

Edisi/Cetakan:

Cetakan 1, Juli 2022

PT Penerbit IPB Press

Anggota IKAPI
Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128
Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: ipbpress@apps.ipb.ac.id
www.ipbpress.com

ISBN: 978-623-467-167-4

Dicetak oleh Percetakan IPB, Bogor - Indonesia
Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

© 2022, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
tanpa izin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas segala kenikmatan yang telah dianugerahkan oleh Allah SWT kepada kita semua terutama nikmat sehat dan waktu sehingga penulisan buku *Serangga Berguna* dapat diselesaikan disela-sela kegiatan yang sangat banyak dan berdatangan terus menerus. Ini juga menunjukkan komitmen kita untuk terus berkontribusi dalam penyebaran ilmu dan pengetahuan kepada masyarakat luas sesuai dengan tujuan didirikannya Perhimpunan Entomologi Indonesia (PEI) yang tertuang dalam Anggaran Dasar PEI yaitu untuk menghimpun peminat entomologi, mengembangkan ilmu tersebut dan mengamalkan pengetahuan yang diperoleh untuk kesejahteraan manusia. Hal ini juga sangat relevan dengan moto PEI yaitu menghimpun, mengembangkan dan mengamalkan. Karya tulis buku *Serangga Berguna* ini merupakan sumbangan ilmu dan pengetahuan dari para anggota PEI yang dapat dibaca dan dimanfaatkan oleh masyarakat luas.

Jika melihat secara umum fungsi serangga di alam khususnya serangga-serangga yang berguna bagi kehidupan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung, maka kandungan atau isi buku *Serangga Berguna* kali ini belum mencakup semuanya. Hal ini wajar karena ketika akan ditulis semuanya yang berkaitan dengan peran serangga di alam sebagai serangga yang berguna, maka buku *Serangga Berguna* ini akan sangat banyak jumlah halamannya dan menjadikan buku *Serangga Berguna* sangat tebal sehingga akan membuat buku ini kurang praktis. Untuk itu, lebih baik ditulis dalam bentuk buku seri dan dapat dinyatakan bahwa buku yang terbit kali ini merupakan buku seri pertama. Begitu pun pada bab-bab yang terkandung dalam buku ini mungkin masih perlu pengembangan sehingga masih dimungkinkan untuk ditambahkan pada edisi-edisi berikutnya agar kandungannya semakin lengkap dan masyarakat luas akan semakin banyak mendapatkan informasi ilmu dan pengetahuan.

Dengan terbitnya buku *Serangga Berguna* ini, atas nama seluruh pengurus PEI, Ketua Cabang PEI dan seluruh anggota PEI mengucapkan selamat dan terima kasih kepada semua kontributor/penulis dan editor yang telah meluangkan waktunya untuk berbagi ilmu dan pengetahuan kepada masyarakat. Kepada seluruh pembaca, selamat membaca dan menikmati

“karya kecil” dari PEI ini dengan harapan semoga dengan membaca buku ini akan melahirkan kecintaan pada serangga yang lebih besar lagi dan tergerak hati untuk melindungi dan mengonservasi serangga untuk kelangsungan kehidupan kita di dunia ini.

Prof. Dr. Dadang, MSc.
Ketua PEI 2019-2023

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1	
PENDAHULUAN	1
1.1 Evolusi dan Keanekaragaman Serangga	1
1.2 Peranan Serangga dalam Persepsi Manusia	5
1.3 Penutup	11
1.4 Daftar Pustaka	11
BAB 2	
PEMANFAATAN <i>Verania lineata</i> SEBAGAI PREDATOR DAN <i>JOINT PREDATOR</i> UNTUK PENGENDALIAN WERENG BATANG COKELAT	17
2.1 Sejarah Singkat Pengendalian Hayati Menggunakan Predator	17
2.2 <i>Verania lineata</i> si Kumbang Kubah	19
2.3 Biologi <i>Verania lineata</i> di Laboratorium	22
2.4 Daya Predasi <i>Verania lineata</i>	26
2.5 <i>Joint Predator</i> antara <i>Verania lineata</i> dan <i>Pardosa pseudoannulata</i>	28
2.6 Penutup	36
2.7 Daftar Pustaka	36

BAB 3

PREDATOR KEPIK PEMBUNUH *Rhynocoris fuscipes*
(HEMIPTERA: REDUVIIDAE) TERHADAP ULAT GRAYAK
Spodoptera litura (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)..... 41

3.1 Morfologi Kepik Pembunuh *Rhynocoris fuscipes* 41

3.2 Perbanyakan *Rhynocoris fuscipes*..... 44

3.3 Daftar Pustaka 46

BAB 4

PEMANFAATAN PARASITOID TELUR *Trichogramma* spp.
DALAM PENGENDALIAN HAYATI 47

4.1 Pendahuluan 47

4.2 Pelepasan Parasitoid secara Augmentasi 48

4.3 *Trichogramma* spp. sebagai Agens Pengendali Hayati 50

4.4 Interaksi Inang-Parasitoid dengan Penekanan pada Perilaku
Pencarian Inang 56

4.5 Pembiakan Massal, Penyimpanan dan Pelepasan
Trichogramma spp. 59

4.6 Daftar Pustaka 66

BAB 5

Diadegma semiclausum PARASITOID TERHADAP HAMA
LARVA *Plutella xylostella*..... 81

5.1 *Plutella xylostella* dan parasitoid *Diadegma semiclausum* 81

5.2 Sejarah Penyebaran, Taksonomi dan Sebaran
Diadegma semiclausum 84

5.3 Biologi *Diadegma semiclausum* 85

5.4 Unsur Perilaku *Diadegma semiclausum* 87

5.5 Perbanyakan Massal Parasitoid *Diadegma semiclausum*..... 89

5.6 Efektivitas Parasitasi *Diadegma semiclausum* 90

5.7 Evaluasi Keberadaan *Diadegma semiclausum* di Malino 91

5.8 Daftar Pustaka 92

BAB 6

KUMBANG KUBAH *Chilocorus politus* Mulsant
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) AGENS
PENGENDALIAN HAYATI KUTU PERISAI KELAPA *Aspidiotus* spp.
(HEMIPTERA: DIASPIDIDAE) 93

6.1 Profil Kumbang Kubah *Chilocorus politus* 93

6.2 Profil Kutu Perisai Kelapa 96

6.3 Keunggulan *C. politus* sebagai Predator 99

6.4 Pengalaman Sukses Pengendalian Eksplosi Kutu Perisai Kelapa
dengan Predator *C. politus*..... 104

6.5 Penutup 110

6.6 Sumber Ilustrasi 111

6.7 Daftar Pustaka 111

BAB 7

LEBAH PENYERBUK..... 115

7.1 Lebah sebagai Penyerbuk 115

7.2 Nilai Ekonomi dari Hasil Penyerbukan..... 122

7.3 Keragaman Spesies Lebah Madu dan Lebah tanpa Sengat
di Indonesia 125

7.4 Biologi dan Ekologi Lebah 128

7.5 Jenis-Jenis Pakan Lebah 132

7.6 Produk yang Dihasilkan dari Lebah 138

7.7 Peminat di Bidang Perlebahan 141

7.8 Konservasi Lebah 142

7.9 Penutup 146

7.10 Daftar Pustaka 147

BAB 8

LEBAH DAN PRODUK-PRODUKNYA 155

8.1 Produk Lebah Madu 155

8.2 Daftar Pustaka 160

BAB 9

SERANGGA SEBAGAI PAKAN..... 167

9.1 Serangga sebagai Sumber Pakan 167

9.2 Kandungan Nutrisi *Black Soldier Fly* 169

9.3 Keuntungan *Black Soldier Fly* sebagai Pakan Ternak 172

9.4 Daftar Pustaka 175

BAB 10

ULAT SAGU SERANGGA BERNILAI GIZI TINGGI 179

10.1 Ulat Sagu, *Rhynchophorus ferrugineus*..... 179

10.2 Pemanfaatan Kumbang Sagu 180

10.3 Nilai Nutrisi Ulat Sagu 181

10.4 Daftar Pustaka 183

BAB 11

SEMUT SEBAGAI BIOINDIKATOR LINGKUNGAN 187

11.1 Pendahuluan..... 187

11.2 Semut sebagai Bioindikator..... 188

11.3 Daftar Pustaka 194

BAB 12

KERAGAMAN SERANGGA AIR DAN PERANANNYA
SEBAGAI BIOINDIKATOR : STUDI KASUS DI JEMBER
DAN BONDOWOSO..... 197

12.1 Serangga Air sebagai Bioindikator Kualitas Air..... 197

12.2 Serangga Air sebagai Benthic Macroinvertebrate 198

12.3 Peran sebagai Bioindikator..... 199

12.4 Daftar Pustaka 211

BAB 13

SERANGGA PERAIRAN SEBAGAI BIOINDIKATOR.....	215
13.1 Pendahuluan.....	215
13.2 Tempat Hidup dan Jenis-Jenis Serangga Air	217
13.3 Bioindikator Kualitas Air	227
13.4 Daftar Pustaka	231

BAB 14

PERAN KUMBANG KOPROFAGUS SEBAGAI BIOINDIKATOR KERUSAKAN HABITAT TERESTRIAL DAN JASA EKOSISTEM LAINNYA	233
14.1 Pendahuluan.....	233
14.2 Dampak Kerusakan Habitat terhadap Keanekaragaman Kumbang Koprofagus	236
14.3 Pengaruh Kumbang Koprofagus terhadap Kesuburan Tanah dan Dampak Perubahan Tipe Lahan	238
14.4 Peran Kumbang Koprofagus dalam Menekan Parasit Ternak dan Gas Rumah Kaca.....	240
14.5 Jasa Ekosistem Kumbang Koprofagus yang Lainnya.....	242
14.6 Penutup	242
14.7 Daftar Pustaka	243

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Coccinellidae predator pada tanaman kacang panjang, mentimun dan terung di Kota Padang, Sumatera Barat	20
Tabel 2.2	Coccinellidae predator pada pertanaman padi sawah di dataran rendah dan tinggi Sumatera Barat	20
Tabel 2.3	Coccinellidae predator pada fase vegetatif dan generatif tanaman padi di Sumatera Barat	21
Tabel 2.4	Coccinellidae predator pada pertanaman padi organik dan konvensional di Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat	22
Tabel 2.5	Tanggap fungsional <i>V. lineata</i> pada nimfa wereng batang coklat.....	27
Tabel 3.1	Jumlah konsumsi <i>R. fuscipes</i>	44
Tabel 3.2	Rata-rata kematian <i>S. litura</i> terhadap predasi <i>R. fuscipes</i>	44
Tabel 4.1	Tingkat parasitisme <i>Trichogramma</i> spp. pada berbagai inang dan tanaman*	51
Tabel 6.1	Profil kutu perisai Jawa dan kutu perisai Taruna.....	97
Tabel 7.1	Indikator kuantitas dan kualitas buah mentimun pada berbagai perlakuan penyerbukan	121
Tabel 7.2	Estimasi nilai ekonomi penyerbukan tanaman cabai	123
Tabel 7.3	Polen dari tanaman <i>M. tanarius</i> dan <i>A. conizoides</i>	134
Tabel 7.4	Ragam potensi sumber pakan lebah	136
Tabel 9.1	Kandungan nutrisi larva BSF	170
Tabel 9.2	Analisis proksimat kandungan nutrisi larva BSF setiap tahap yang dipelihara pada limbah bungkil kelapa sawit	170
Tabel 9.3	Hasil analisa proksimat larva BSF dari berbagai macam limbah	171
Tabel 10.1	Kandungan gizi ulat sagu.....	182

Tabel 12.1	Faktor fisik perairan lahan konvensional kubis di Kecamatan Ambulu	201
Tabel 12.2	Keragaman serangga air di stasiun <i>inlet</i> , perairan lahan konvensional kubis di Kecamatan Ambulu	201
Tabel 12.3	Keragaman serangga air di stasiun <i>outlet</i> , perairan lahan konvensional kubis di Kecamatan Ambulu	202
Tabel 12.4	Faktor fisik perairan.....	202
Tabel 12.5	Keragaman serangga air di stasiun <i>inlet</i> , perairan lahan konvensional cabai merah di Kecamatan Sumberjambe	203
Tabel 12.6	Keragaman serangga air di stasiun <i>outlet</i> , perairan lahan konvensional cabai merah di Kecamatan Sumberjambe	203
Tabel 12.7	Faktor fisik perairan.....	204
Tabel 12.8	Keragaman serangga air di stasiun <i>inlet</i> , perairan lahan organik padi di Kecamatan Lombok Kulon	204
Tabel 12.9	Keragaman serangga air di stasiun <i>outlet</i> , perairan lahan organik padi di Kecamatan Lombok Kulon	205
Tabel 12.10	Faktor fisik perairan agroforestri kopi organik Sumberjambe	205
Tabel 12.11	Keragaman serangga air di stasiun <i>inlet</i> , perairan lahan agroforestri di Kecamatan Sumberjambe	206
Tabel 12.12	Keragaman serangga air di stasiun <i>outlet</i> , perairan lahan agroforestri organik di Kecamatan Sumberjambe.....	206
Tabel 12.13	Faktor fisik perairan agroforestri kopi konvensional di Kecamatan Panti	208
Tabel 12.14	Keragaman serangga air di stasiun <i>inlet</i> , perairan lahan agroforestri konvensional di Kecamatan Panti	208
Tabel 12.15	Keragaman serangga air di stasiun <i>outlet</i> , perairan lahan agroforestri konvensional di Kecamatan Panti	209
Tabel 12.16	Tingkat toleransi famili pada ordo Ephemeroptera, Plecoptera, dan Tricoptera (Hilsenhoff, 1988).....	209
Tabel 12.17	Kualitas air berdasarkan family biotic index (FBI) (Hilsenhoff 1988)	210

DAFTAR TABEL

Tabel 12.18	Hasil analisis kualitas air berdasarkan FBI dan temuan ordo EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, dan Tricoptera)	210
Tabel 13.1	Skor BMWP famili serangga air pada sungai	229
Tabel 14.1	Rata-rata pengaruh jumlah dan ukuran spesies kumbang koprofagus terhadap kadar nitrogen (N), phosphor (P), kalium (K), C/N rasio, dan bahan organik tanah empat minggu setelah perlakuan	240
Tabel 14.2	Jumlah lalat parasit yang ditemukan pada umpan yang tidak dilindungi (UP) dan yang dilindungi (P) dari kolonisasi oleh kumbang koprofagus*	241

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Proporsi keanekaragaman flora dan fauna di bumi.....	2
Gambar 1.2	Periode evolusi serangga sejak 450 juta tahun yang lalu	4
Gambar 1.3	Evolusi serangga menghasilkan keanekaragaman serangga yang dipersepsikan oleh manusia menjadi serangga berguna dan merugikan	5
Gambar 1.4	Di beberapa negara di Asia, ulat Hongkong biasa disajikan sebagai makanan ringan di restoran.....	6
Gambar 1.5	Gejala puru pada tunas alang-alang	8
Gambar 2.1	Imago <i>Verania lineata</i> pada bulir padi	21
Gambar 2.2	Fase hidup <i>Verania lineata</i> : a. koloni telur, b. satu butir telur, c. larva instar ke-1 yang baru menetas, d. larva instar ke-2, e. larva instar ke-3, f. larva instar ke-4, g. pra pupa, h. pupa dilihat dari samping, i. pupa dilihat dari bagian ventral, j. imago jantan dan betina.....	24
Gambar 2.3	Kurva kesintasan <i>V. lineata</i> dengan mangsa nimfa <i>Nilaparvata lugens</i>	25
Gambar 2.4	Daya predasi <i>Verania lineata</i> (Kiri: individu, kanan: persentase) pada kepadatan mangsa berbeda.....	27
Gambar 2.5	<i>Pardosa pseudoannulata</i> sang top predator pada lahan budi daya padi sawah.....	29
Gambar 2.6	Model kompetisi antara <i>V. lineata</i> dan <i>P. pseudoannulata</i> pada kepadatan WBC yang berbeda	31
Gambar 2.7	Daya predasi gabungan <i>joint predator</i> (<i>V. lineata</i> dan <i>P. pseudoannulata</i>) terhadap nimfa WBC	33
Gambar 2.8	Mortalitas <i>Joint predator</i> (<i>V. lineata</i> dan <i>P. pseudoannulata</i>) yang disediakan mangsa berupa 50 ekor nimfa WBC	33

Gambar 2.9	Model kompetisi <i>joint predator</i> (0 = Kalah, salah satu jenis predator mati semuanya, sementara kompetitor masih hidup atau mortalitas satu jenis predator lebih tinggi dari kompetitornya; 1 = Seri, semua predator masih hidup dan beraktivitas atau semua predator mati; 2 = Agak menang, ada kematian di kedua predator, tapi mortalitas satu jenis predator lebih sedikit dari kompetitornya; 3 = Menang, satu jenis predator masih hidup sementara kompetitor ada yang mati)	35
Gambar 3.1	Telur kepik pembunuh <i>R. fuscipes</i> , a. koloni telur dan b. bentuk telur	42
Gambar 3.2	Perkembangan <i>R. fuscipes</i> , a. instar ke-1, b. instar ke-2, c. instar ke-3, d. instar ke-4, e. instar ke-5, dan f. imago <i>R. fuscipes</i>	43
Gambar 3.3	Perbedaan imago jantan dan betina <i>R. fuscipes</i> a. imago jantan dan b. imago betina	43
Gambar 3.4	Cara predator memangsa	43
Gambar 3.5	Sungkup tanaman, a. tampak samping, b. tampak atas dan c. pengamatan mortalitas <i>S. litura</i>	45
Gambar 3.6	Kotak pemeliharaan kepik pembunuh <i>R. fuscipes</i>	45
Gambar 4.1	a) Telur <i>Crociodolomia pavonana</i> diparasit oleh <i>Trichogramma</i> sp. (Foster <i>et al.</i> , 2021); b) telur <i>Helicoverpa armigera</i> ; dan c). <i>Spodoptera litura</i> diparasit oleh <i>Trichogramma pretiosum</i>	51
Gambar 4.2	Pola perilaku parasitoid betina yang mengarah pada parasitisme yang sukses (diadaptasi dari Doult, 1964; Nordlund <i>et al.</i> , 1981; Godfray, 1994; Nordlund, 1994; Schmidt, 1994; van Alphen dan Jervis, 1996)	56
Gambar 4.3	Model umum dari proses fisiologis dan perilaku sekuensial yang menghasilkan parasitisme dari inang biasa spesies parasitoid. Tindakan parasitisme melibatkan deteksi, lokalisasi dan pengenalan inang yang sesuai dalam konteks lingkungan biasa dari organisme yang bersangkutan. Model telah dikembangkan dari skema yang diusulkan oleh Vinson (1991, 1998)	60

Gambar 6.16	Perkiraan potensi kerugian, kerugian riil, biaya pengendalian, dan perkiraan kerugian yang dapat dicegah akibat eksplosif hama kutu perisai Taruna <i>A. destructor rigidus</i> setelah berhasil dikendalikan dengan predator yaitu kumbang kubah <i>C. politus</i> di Kabupaten Ende, NTT, tahun 2002-2004	110
Gambar 7.1	(a) Lebah <i>A. mellifera</i> dan (b) ragam hasil penyerbukan pada buah strawberry.....	119
Gambar 7.2	(a) Lebah <i>T. laeviceps</i> yang bersarang pada pot bunga dan (b) kusen pintu	119
Gambar 7.3	(a) Lebah <i>T. laeviceps</i> pada bunga cabai dan (b) bunga kopi	119
Gambar 7.4	Ragam buah hasil penyerbukan. a. strawberry, b. blueberry c. blackberry, dan d. raspberry	120
Gambar 7.5	Lebah <i>T. laeviceps</i> yang sedang menyerbuki bunga mentimun (kiri) dan ragam hasil penyerbukan OP dan WP (kanan)	124
Gambar 7.6	Lebah madu. <i>A. cerana</i> (kiri), <i>A. mellifera</i> (tengah), dan <i>A. dorsata</i> (kanan)	125
Gambar 7.7	Kotak sarang lebah <i>A. mellifera</i> pada perkebunan strawberry.....	127
Gambar 7.8	Ragam lebah tanpa sengat, a. <i>H. itama</i> , b. <i>G. thoracica</i> , c. <i>W. incisa</i> dan d. <i>P. genalis</i>	127
Gambar 7.9	a. Sarang hexagonal pada lebah madu <i>A. mellifera</i> dan b. sarang <i>stingless bee</i> (<i>T. laeviceps</i>).....	131
Gambar 7.10	a. Lubang sarang lebah <i>A. mellifera</i> dan b. <i>H. itama</i> dengan beberapa lebah penjaga.....	131
Gambar 7.11	Sumber pakan pada tanaman budi daya. a. bunga caisin, b. bunga marigold, c. bunga jambu biji, dan d. bunga kelengkeng [lingkaran merah: lebah <i>stingless bee</i>]	133
Gambar 7.12	Bunga sakura Sumba (<i>Cassia javanica</i>) di Nusa Tenggara Timur	133

Gambar 7.13	Beberapa sumber pakan lebah, a. bunga jarak, b. palem, c. AMP, dan d. bunga pukul 8.....	134
Gambar 7.14	Ragam polen yang diambil dari sarang <i>Trigona</i> sp.	135
Gambar 7.15	Lebah <i>T. laeviceps</i> yang memanfaatkan getah dari pohon mangga.....	137
Gambar 7.16	Beragam warna madu yang dihasilkan dari <i>stingless bee</i>	139
Gambar 7.17	Sel penyimpanan serbuk dari di sarang lebah	140
Gambar 7.18	Faktor yang berkontribusi terhadap penurunan populasi lebah.....	143
Gambar 9.1	Larva <i>Black Soldier Fly</i>	168
Gambar 9.2	Larva BSF hasil pengeringan a) <i>dried larva</i> pengeringan oven b) <i>dried larva</i> pengeringan microwave c) tepung kering larva BSF.....	172
Gambar 10.1	a. Tanaman sagu, b. kumbang betina (kiri) dan jantan (kanan), dan c. batang sagu yang terluka	179
Gambar 10.2	a. Larva <i>R. ferrugineus</i> , b. larva menggerak empulur sagu, dan c. pupa <i>R. ferrugineus</i> di dalam kokon	180
Gambar 10.3	Ulat sagu dikumpulkan dari empulur sagu (a dan b) dan ulat sagu tumis siap disantap (c).....	181
Gambar 11.1	Proyeksi tutupan tajuk dari dua tipe lahan yang berbeda (a) hutan dan (b) lahan agroforestry.....	189
Gambar 11.2	(a) <i>Anoplolepis gracilipes</i> dan (b) <i>Camponotus</i> sp.	192
Gambar 12.1	Aktivitas sampling pada: a. Pertanian konvensional di Kecamatan Ambulu, b. Pertanian konvensional di Kecamatan Sumberjambe, c. Pertanian organik di Kecamatan Lombok Kulon, d. Agroforestri organik di Sumberjambe, dan e. Agroforestri Konvensional di Panti.....	200
Gambar 12.2	a. Ordo Ephemeroptera, b. Ordo Trichoptera dan c. Ordo Plecoptera.....	211
Gambar 13.1	Kegiatan koleksi serangga air	216

Gambar 13.2	Beberapa spesies serangga air	217
Gambar 13.3	Larva Elmidae yang dikoleksi dari sungai Gajah Wong, Yogyakarta.....	218
Gambar 13.4	Larva Chironomidae yang dikoleksi dari sungai Opak, Yogyakarta.....	219
Gambar 13.5	Nimfa Ephemeridae yang dikoleksi dari sungai Yoshinogawa di Yoshinogawa, Tokushima, Jepang	220
Gambar 13.6	Nimfa Heptageniidae yang dikoleksi dari sungai Yoshinogawa di Tokushima, Jepang	220
Gambar 13.7	Nimfa famili Leptoblebiidae dikoleksi dari sungai Gajah Wong, Yogyakarta	221
Gambar 13.8	Larva Pyralidae yang dikoleksi dari sungai Opak, Yogyakarta.....	221
Gambar 13.9	Nimfa capung famili Libellulidae yang dikoleksi dari sungai Opak, Yogyakarta	222
Gambar 13.10	Nimfa capung famili Gomphidae yang dikoleksi dari sungai Gajah Wong, Yogyakarta	223
Gambar 13.11	Nimfa capung famili Chlorocyphidae dikoleksi dari sungai Gajah Wong, Yogyakarta	224
Gambar 13.12	Nimfa famili Perlidae dikoleksi dari sungai Gajah Wong, Yogyakarta	224
Gambar 13.13	Larva Limnephilidae yang dikoleksi dari sungai Opak, Yogyakarta.....	225
Gambar 13.14	Larva Hydropsychidae yang dikoleksi dari sungai Opak, Yogyakarta	226
Gambar 13.15	Larva Philopotamidae yang dikoleksi dari sungai Opak, Yogyakarta.....	226
Gambar 13.16	Pengamatan dan koleksi beberapa serangga air	228
Gambar 14.1	Kelompok fungsional kumbang koprofaus	234

- Gambar 14.2 Rata-rata kelimpahan (kiri) dan kekayaan spesies kumbang koprofaun yang diestimasi dengan metode Jack1 (kanan) ($x \pm SB$) pada setiap tipe habitat. H Kode habitat, G=daerah terbuka, A=hutan alami, C= hutan dengan gangguan sedang, D-F, agroforestri kakao. Huruf yang sama di atas batang menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata antara habitat (BNJ, $\alpha = 0,05$) 237
- Gambar 14.3 Empat spesies indikator habitat di sekitar Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah..... 238

BAB 5

Diadegma semiclausum PARASITOID TERHADAP HAMA LARVA *Plutella xylostella*

Itji Diana Daud

Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makasar

5.1 *Plutella xylostella* dan parasitoid *Diadegma semiclausum*

Parasitoid *Diadegma semiclausum* merupakan serangga ciptaan Allah SWT, yang mampu mengendalikan populasi serangga *Plutella xylostella* dengan cara memarasit. Proses parasitasi dilakukan dengan cara menusukkan ovipositor (alat peletak telur) ke dalam tubuh larva untuk meletakkan telur. Telur *D. semiclausum* akan menetas menjadi larva dalam tubuh larva *P. xylostella*, lalu berkembang sampai fase pra pupa. Larva *P. xylostella* yang menjadi inang terparasit akan mati (Gambar 5.1). Mekanisme parasitasi akan menurunkan populasi *P. xylostella* (Daud, 1984).

Klasifikasi *P. xylostella* :

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Lepidoptera
Famili : Plutellidae
Genus : *Plutella*
Spesies : *Plutella xylostella*

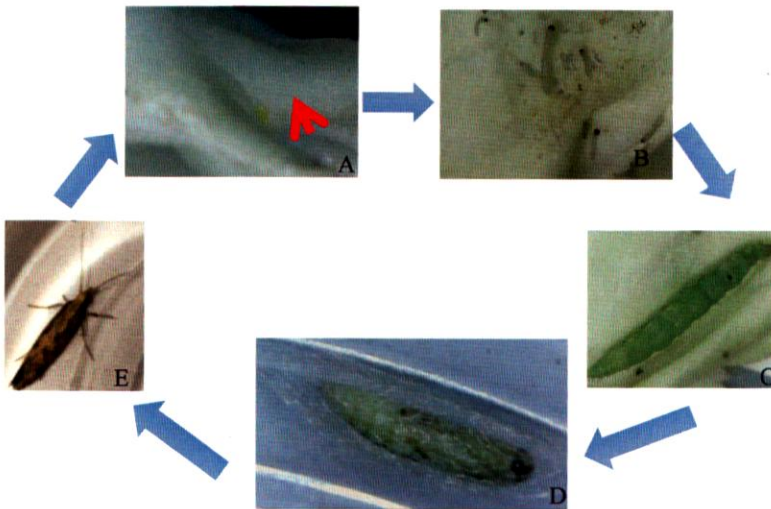
Diadegma semiclausum mempunyai kemampuan bertelur (keperidian) antara 100 sampai 110 butir telur (Daud, 1984). Berdasarkan banyaknya telur ini maka *D. semiclausum* akan melakukan pencarian inang *P. xylostella* sebanyak 100 sampai 110 ekor untuk diparasitasi selama siklus hidupnya. Pelepasan 100 ekor pupa *D. semiclausum* yang sehat, ke sebuah pertanaman dengan nisbah kelamin 3 : 1 maka akan muncul 25 ekor betina yang akan

memarasitasi sebanyak 2500 ekor sampai 2650 ekor yang akan bertelur lagi untuk menghasilkan imago generasi pertama yang setiap ekornya akan mencari inang *P. xylostella* sebanyak jumlah telur yang ada dalam tubuhnya.

Perilaku imago parasitoid betina seperti seorang ibu yang tidak akan meletakkan anak pada tempat yang tidak aman bagi pertumbuhan dan perkembangan anak. Huffaker dan Messenger (1976) mengemukakan bahwa parasitoid betina akan terbang mencari inang untuk memarasit agar telur dari dalam tubuhnya dapat diletakkan ke dalam tubuh inang tetapi akan menyerap kembali telurnya jika tak menemukan inang yang tepat.

Pada kehidupan agens hayati yaitu parasitoid berlaku prinsip memaksimalkan perolehan inang dan meminimumkan risiko untuk tidak hidup, memanfaatkan tiga hierarki pencarian inang yaitu habitat, gugus makanan (“*food patch*”) dan inang sebagai sumber makanan (“*food item*”). Agens hayati akan efektif sebagai pengendali jika mendapatkan waktu, tempat dan kondisi ekologis yang optimal (De Bach, 1964).

Imago parasitoid betina akan meletakkan telurnya pada inang, hanya satu telur yang bisa hidup berkembang dalam seekor larva sehingga disebut parasitoid soliter (Gambar 5.1)



(Dokumentasi: Cyndy dan Daud (2020))

Gambar 5.1 Morfologi *P. xylostella* sesuai fase perkembangan; a. telur (panah); b. larva instar ke-1 dan 2; c. larva instar ke-3; d. pupa; e. imago

Dengan mengetahui potensi perilaku, keperidian dan pencarian inang yang sangat tinggi dari seekor parasitoid, maka seharusnya petani tidak perlu khawatir akan terjadi pertumbuhan populasi *P. xylostella* menjadi hama.

Saat ini petani mengalami sindrom “entomofobi” yaitu ketakutan yang sangat tinggi, terhadap munculnya serangan *P. xylostella* di pertanaman kubis mereka, sehingga selalu mengaplikasikan insektisida sintetik yang dapat berbahaya bagi kesehatan petani itu sendiri juga masyarakat umum karena residu yang tetap ada pada produk kubis.

D. semiclausum sebagai agens hayati dapat membantu petani melindungi tanaman dari serangan *P. xylostella*. Hal ini harus disosialisasikan kepada para petani. Sebab jika petani selalu menggunakan insektisida dalam pengendalian *P. xylostella* pada tanaman kubis maka produk kubis tidak akan aman untuk dikonsumsi oleh konsumen.

Konservasi parasitoid *D. semiclausum* di Kabupaten Gowa dan Enrekang berhasil berkembang di ekosistem kubis. Kegiatan tersebut dimulai dengan pengkajian biologi, ekologi dan perilaku, lalu dilanjutkan dengan perbanyak massal di laboratorium dan rumah kaca dan kemudian disebar di lapangan (pertanaman kubis). Sosialisasi dan cara perbanyak massal agens hayati di tingkat petani dilaksanakan selama 3 tahun. Kemudian kegiatan ini dilanjutkan oleh Dinas Pertanian Provinsi Sulawesi Selatan dalam hal ini Balai Proteksi Tanaman Pangan, yang juga melakukan sosialisasi dan pelatihan pada kelompok tani. Kegiatan ini merupakan suatu pekerjaan yang sistematis, fokus dan berkelanjutan. Karena tujuan akhirnya adalah untuk menjaga ketersediaan pangan dan keamanan pangan. Almarhum Sudarwohadi pernah menganalogikan bahwa perbanyak massal parasitoid yang dilakukan sama seperti membangun sebuah masjid. Hal ini dikarenakan dapat mengamankan pangan dari serangan hama dan dapat mengamankan produk pertanian dari residu pestisida.

5.2 Sejarah Penyebaran, Taksonomi dan Sebaran *Diadegma semiclausum*

Kedudukan *D. semiclausum* di dalam sistematika serangga menurut Kalshoven (1981) adalah,

- Phylum : Arthropoda
- Kelas : Hexapoda
- Ordo : Hymenoptera
- Famili : Ichneumonidae
- Genus : *Angitia* (Sinonim *Diadegma*)
- Spesies : *Diadegma semiclausum* Grav. (Sinonim *eucerophaga* H.)

Diadegma merupakan parasitoid *P. xylostella* yang terdiri dari dua spesies yaitu *D. semiclausum* dan *Angitia fenetralis* G.

D. semiclausum hanya memarasit larva *P. xylostella* sehingga daya mencari dan tingkat parasitisme sangat tinggi. Parasitoid ini terdapat di banyak negara Eropa dan digunakan untuk mengendalikan *P. xylostella* yang tercatat sebagai hama penting pada tanaman kubis (Vos, 1953). Parasitoid ini berangsur-angsur menyebar luas ke bagian utara Selandia Baru yang kondisinya lebih panas (Kalshoven, 1981). Untuk pengendalian *P. xylostella* maka didatangkan dari Selandia Baru sejumlah pupa *D. semiclausum* ke Lembaga Hama dan Penyakit Tumbuhan di Bogor pada Desember 1950 (Vos, 1953). Introduksi parasitoid *D. semiclausum* pada tahun 1950 dan pelepasan di beberapa pertanaman kubis yang terserang oleh *P. xylostella* di Jawa dan Sumatera ternyata memberikan hasil yang baik (Sosromarsono *et al.*, 1982). Pengamatan tentang sebaran dan efektivitas parasitoid *D. semiclausum* yang dilakukan oleh Sudarwohadi dan Eveleens pada tahun 1976 menunjukkan bahwa parasitoid ini mampu hidup dan berkembang dengan baik di Pulau Jawa terutama di Jawa Barat sehingga mempunyai potensi untuk dikembangkan lebih lanjut (Partoatmojo, 1982).

Daud (1984) pernah menerima 50 ekor pupa *D. semiclausum* dari Lembang Jawa Barat. Pupa-pupa tersebut kemudian dibawa ke rumah kaca yang berada di Malino Kecamatan Tinggi Moncong, Kabupaten Gowa, untuk dipelihara dan diperbanyak serta dilakukan penelitian terhadap bio-ekologi dan perilaku memarasitnya. Pada akhirnya parasitoid tersebut dilepaskan pada tanaman kubis untuk mengendalikan hama kubis *P. xylostella*.

5.3 Biologi *Diadegma semiclausum*

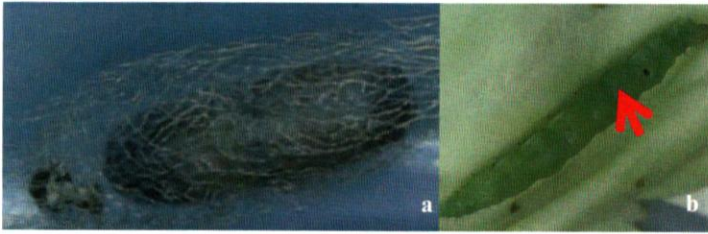
Telur *D. semiclausum* yang berada dalam tubuh inang larva *P. xylostella* dari saat telur diletakkan hingga menjelang penetasan mengalami pembesaran kurang lebih dua kali. Panjang dan lebar telur saat diletakkan rata-rata 0,3 mm dan 0,06 mm, sedang menjelang menetas rata-rata 0,52 mm sampai 0,54 mm dan 0,13 mm denan stadium fase telur 1,7 hari (Kartosuwondo, 1987). Vost (1953) menyatakan bahwa fase pra dewasa dari *D. semiclausum* berkembang di dalam larva inangnya dan hanya satu larva yang berhasil menyelesaikan siklus hidupnya. Parasitoid ini disebut endoparasitoid soliter (Van den Bosh dan Messenger, 1973). Sudarwohadi (1987) menyatakan bahwa larva terparasit sulit dibedakan dengan larva yang sehat. Daud (1987) mengemukakan bahwa perbedaan yang nyata antara larva *P. xylostella* dengan larva *D. semiclausum* akan terlihat saat pra pupa, larva keluar dari inang lalu memintal kokonnya (Gambar 5.2). Kemudian morfologi pupa *P. xylostella* dan pupa *D. semiclausum* juga menunjukkan perbedaan (Gambar 5.3).

Pupa *D. semiclausum* yang bertipe eksarate pada mulanya berwarna putih kekuningan. Kartosuwondo (1987) menjelaskan bahwa panjang dan lebar kokon 4,35 – 4,49 mm dan 1,53 – 1,26 mm. Stadium kepompong rata-rata 1,5-1,6 hari. Imago keluar dari kokon melalui lubang pada ujung kokon. Setelah imago keluar dan bergerak sangat aktif dengan sayap yang telah berfungsi baik. Imago betina dibedakan dengan imago jantan dengan adanya ovipositor yang jelas (Gambar 5.4).



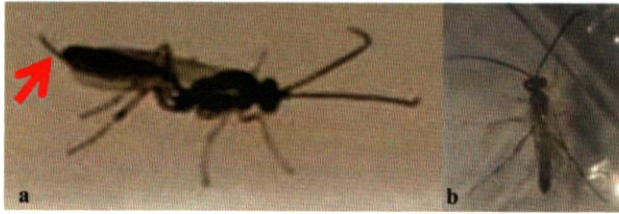
(Dokumentasi: Cyndy dan Daud (2020))

Gambar 5.2 Pupa *P. xylostella*



(Dokumentasi: Cyndy dan Daud (2020))

Gambar 5.3 a. fase pupa *D. semiclausum* dan b. larva *P. xylostella* yang telah terparasit



(Dokumentasi: Cyndy dan Daud (2020))

Gambar 5.4 Morfologi serangga dewasa *D. semiclausum*. a. betina dan b. jantan; Tanda panah menunjukkan ovipositor sebagai alat peletak telur



(Daud, 2020)

Gambar 5.5 Urutan proses keluarnya larva *D. semiclausum* dari inang *P. xylostella* sampai terbentuk pupa



(Daud, 2020)

Gambar 5.6 Morfologi “bangkai” larva *P. xylostella* setelah ditinggalkan parasitoid

Tubuh dan tungkai imagonya berwarna hitam, sternum depan abdomen dan ovipositor untuk serangga betina berwarna kuning. Imago jantan lebih ramping dari pada betina. Daud (1984) menemukan hasil pemeliharaan dan pengamatan di rumah kaca Malino dengan suhu 20°C – 26°C dan kelembapan nisbi dari 58,5 – 80,2 persen menunjukkan bahwa siklus hidup *D. semiclausum* berkisar antara 16 hari terdiri atas stadium telur berkisar 2 hari, stadium larva dengan 4 instar berkisar 6-7 hari, masa pra pupa 2 hari dan masa pupa berkisar 6 hari. Kemampuan imago betina memarasit larva *P. xylostella* hingga 107 ekor namun sebenarnya keperidian *D. semiclausum* dapat mencapai 125 butir telur. Kartosuwondo (1987) dalam penelitiannya di Bogor pada suhu 29,3 °C dan kelembapan relatif 88,8 persen, menunjukkan bahwa siklus hidup *D. semiclausum* 16,5 hari dengan tingkat keperidian imago betina rata-rata 106,7 butir.

5.4 Unsur Perilaku *Diadegma semiclausum*

Kemampuan mencari inang, menemukan inang dan memarasit inang *D. semiclausum* terhadap larva *P. xylostella* untuk setiap instar larva menunjukkan adanya perbedaan. Daud (1984) melakukan pengujian perbedaan instar pada kondisi rumah kaca menggunakan kurungan (100 cm x 100 cm x 100 cm) dengan memasukkan sebanyak 9 pot tanaman kubis berumur 2 bulan dan pada daun diletakkan larva sesuai perlakuan instar. Hasil menunjukkan

bahwa tingkat parasitisme yaitu pada larva instar ke-1 sebesar 49%, larva instar ke-2 sebesar 93%, larva instar ke-3 sebesar 95% dan pada instar ke-4 sebesar 51%.

Persentase parasitisme paling rendah pada larva instar ke-1 karena larva instar ini lebih banyak berada di bawah lapisan epidermis daun, sehingga adanya kesulitan bagi parasitoid untuk menemukan larva. Sementara itu larva instar ke-4 hanya terparasit sebanyak 51 % karena larva instar ini telah memasuki masa pra pupa dan kurang bergerak atau tidak lagi dapat menghindar, sehingga parasitoid “membatalkan” memarasit larva, karena larva ini tidak sehat lagi untuk diparasit. Tingkat parasitisme *D. semiclausum* tertinggi pada instar ke-2 dan 3 secara berturut-turut sebesar 93% dan 95%.

Parasitoid dalam mencari inang akan terbang mendekati *P. xylostella* yang berusaha menghindar dengan cara menjatuhkan diri atau menggantungkan diri dengan benang yang keluar dari alat mulutnya. Vos (1953) mengemukakan bahwa pada saat *D. semiclausum* menyerang *P. xylostella* maka larva akan bereaksi dengan bergerak atau dengan menjatuhkan dirinya dengan selembar benang. Daud (1984) mengasumsikan bahwa larva *P. xylostella* instar ke-2 dan 3 sangat aktif menghindar menyebabkan *D. semiclausum* berusaha melakukan parasitasi dan berhasil. Dengan usaha menghindar ini menunjukkan bahwa inang belum terparasit oleh parasitoid yang lain.

Perkembangan telur dan larva dari parasitoid dalam tubuh inang harus menyesuaikan dengan perkembangan inang agar parasitoid tetap mendapatkan nutrisi yang cukup selama dalam inang larva. Huffaker dan Messenger (1986) mengemukakan bahwa parasitoid dalam tubuh inang mengonsumsi semua nutrisi yang ada serta menyesuaikan perkembangannya menjadi pupa sebelum inang menjadi pupa. Daud (1984) mengemukakan bahwa umur seekor parasitoid betina *D. semiclausum* berpengaruh pada kemampuan mencari inang dan tingkat persentase parasitisme pada larva *P. xylostella* yaitu umur parasitoid 1, 3, 5,7, 14 dan 21 hari dapat memarasit berturut-turut sebesar 81,25%, 88,75%, 88,75%, 91,25%, 66,25% dan 57,50% inang.

Asumsi yang dikemukakan bahwa parasitoid mulai hari pertama atau sejak muncul dari pupa langsung berkopolasi setelah itu mulai mencari inang dan melakukan parasitasi, sampai umur 7 hari mampu melakukan parasitisme yang tertinggi yaitu 91,25 persen, selanjutnya kemampuan mencari dan memarasit akan menurun sampai umur 21 hari dan akhirnya berhenti memarasit karena

telur telah habis dalam tubuhnya. Hubungan antara persentase parasitisme dengan umur parasitoid betina *D. semiclausum* menunjukkan grafik secara linear negatif dengan keeratan hubungan 87%. Selanjutnya Daud (1984) mengemukakan bahwa persentase parasitisme oleh seekor parasitoid betina *D. semiclausum* pada berbagai kepadatan populasi inang *P. xylostella* menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Inang sebanyak 1, 3, 5, 7, 10, 20, 30, 50, 75, dan 100 ekor, persentase parasitoid berturut-turut 100%; 100%; 100%; 95,20%; 93,33%; 93,33%; 92,22%; 74,66%; 63,56%; dan 54,33%. Ini menunjukkan bahwa parasitoid mempunyai kemampuan mencari yang tinggi karena dapat menemukan inang yang tersedia walaupun hanya satu ekor. Keberadaan *P. xylostella* pada tanaman kubis berada di permukaan sebelah bawah lembaran daun. Kepadatan populasi inang yang berbeda memberikan pengaruh pada persentase parasitisme secara linear negatif dengan keeratan hubungan 98 persen.

Parasitoid ini tidak memarasit telur dan pupa (Daud, 1984) sehingga parasitoid ini dimasukkan dalam kelompok parasitoid larva. Sunjaya (1970) mengemukakan bahwa suatu jenis parasitoid tidak mampu menyerang secara berturut-turut semua fase perkembangan inang untuk melengkapi satu siklus hidupnya.

5.5 Perbanyak Massal Parasitoid *Diadegma semiclausum*

Memperbanyak parasitoid *D. semiclausum* bukan suatu hal yang mudah untuk dilakukan karena terdapat dua tahapan yaitu pertama memperbanyak tanaman kubis, kedua memperbanyak serangga inang yaitu *P. xylostella*. Jika kedua tahapan tersebut berhasil dilakukan maka dapat dilanjutkan untuk memperbanyak parasitoid *D. semiclausum*.

Langkah pertama yang dilakukan adalah mengusahakan tanaman kubis sebanyak kurang lebih 200 tanaman dan setelah tanaman berumur 3 minggu dilakukan pelepasan pupa *P. xylostella* secara inokulasi, lalu tanaman diselubungi dengan kain kasa. Pada saat telur *P. xylostella* telah menetas (larva instar ke-1) segera diikuti pelepasan pupa *D. semiclausum* secara inokulasi ke dalam tanaman kubis yang diselubungi. Jika imago *D. semiclausum* telah keluar dari kokon maka pada saat itu larva *P. xylostella* telah menjadi instar ke-2 dan 3. Selubung akan dibuka jika populasi parasitoid telah tinggi atau generasi ke-2 sehingga sudah dapat dijadikan agens hayati untuk dilepaskan

di pertanaman kubis. Daud dan Fatahuddin (1996) mengemukakan bahwa perbanyakannya massal parasitoid selama 8 bulan dapat menghasilkan 21.255 ekor *D. semiclausum*.

Teknik pengendalian hayati dengan inundasi dan inokulasi memerlukan teknik pembiakan massal yang efisien (Van den Bosch dan Messenger, 1973). Dalam proses pembiakan massal terdapat dua hal yang perlu diperhatikan yaitu : (1) penyediaan inang yang berlimpah dan (2) pengembangan teknik pemeliharaan yang menjamin produksi yang maksimal, perkembangan dan daya tahan hidup yang optimum bagi parasitoid yang dibiakkan. Perbanyakannya *P. xylostella* dapat juga dilakukan pada tanaman alternatif seperti tanaman sawi dan lobak yang dapat digunakan untuk perbanyakannya massal.

Rata-rata nisbah kelamin *D. semiclausum* di rumah kaca 4:1 (dari 189 pupa terdiri dari jantan 152 ekor dan betina 37 ekor), sedangkan rata-rata nisbah kelamin di pertanaman kubis 3:1 (dari 62 ekor pupa, imago jantan 47 ekor dan betina 15 ekor). Hal ini menunjukkan bahwa serangga jantan lebih banyak yang muncul. Padahal semakin banyak imago betina yang muncul dari pupa semakin positif bagi keberhasilan kegiatan pengendalian hayati. Hal ini dikarenakan imago betina yang melakukan fungsi sebagai agens pengendalian hayati untuk memarasit larva *P. xylostella*. Oleh sebab itu dalam usaha perbanyakannya massal diperlukan pengaturan suhu, karena kenaikan suhu akan menyebabkan nisbah kelamin naik. Selain itu menurut Flanders (1946) dalam Doult *et al.* (1976) bahwa nisbah kelamin ditentukan oleh lamanya periode perkawinan setelah keluar dari kokon, kecepatan oviposisi, serta kecepatan peletakan telur oleh ovipositor dan banyak faktor lain yang berkaitan dengan imago betina pada saat telah keluar dari kokon.

5.6 Efektivitas Parasitasi *Diadegma semiclausum*

Hasil evaluasi tingkat parasitasi *D. semiclausum* terhadap inang larva *P. xylostella* di Kecamatan Tinggi Moncong, Kabupaten Gowa, cukup tinggi yaitu berkisar antara 62,79 sampai 84,21%. Tingkat parasitasi 62,79% di Desa Lembanna dan tingkat parasitasi 84,21% terlihat di Desa Tamaona. Pada tahun 2004 dilakukan evaluasi keberadaan *D. semiclausum* pada tanaman kubis di Malino dan menunjukkan tingkat parasitisme antara 31 sampai 61% (Daud, 2004).

Gradien parasitasi *D. semiclausum* cukup baik karena pada radius 24 meter dari lokasi pelepasan, tingkat parasitasi antara 75-85% pada larva dan 61-80% pada pupa. Efektivitas parasitasi *D. semiclausum* cukup tinggi karena dengan perbandingan 5 pasang *D. semiclausum* dan 400 larva *P. xylostella* tingkat parasitasi mencapai 95% atau pupa *D. semiclausum* yang dipanen rata-rata 381 ekor.

5.7 Evaluasi Keberadaan *Diadegma semiclausum* di Malino

Pada tahun 2020, telah dilakukan pengambilan sampel larva *P. xylostella* pada tanaman kubis di sentra pertanaman kubis yaitu dataran tinggi Malino dan Enrekang. Evaluasi ini dilakukan untuk mengetahui keberadaan *D. semiclausum* di ekosistem kubis. Persentase parasitisi parasitoid *D. semiclausum* terhadap *P. xylostella* selama 4 kali pengamatan pada pertanaman kubis di dataran tinggi Malino pada lahan kubis yang terletak di Desa Kanreapia, Pattapang, Lembanna, Buluballea dan Petrang menunjukkan perbedaan jumlah larva *P. xylostella* yang terparasit.

Pengamatan minggu pertama, terbanyak didapatkan larva *P. xylostella* terparasit pada pertanaman kubis di Buluballea sebanyak 51,72 % dan paling sedikit yaitu 14,28% pada pertanaman Kubis di Pattapang. Pada pengamatan minggu ke-2, tertinggi ditemukan pada pertanaman kubis di Lembanna sebesar 53,84% dan terendah di Buluballea yaitu 13,11%. Pada pengamatan minggu ke-3, tertinggi ditemukan pada pertanaman kubis di Lembanna sebesar 61,35% dan terendah di Petrang yaitu 11,11%. Sementara itu pada pengamatan minggu ke-4, tertinggi ditemukan pada pertanaman kubis di Petrang sebesar 44,44% dan terendah di Buluballea yaitu 21,62%. Terjadinya perbedaan jumlah larva terparasit disebabkan petani masih melakukan aplikasi pestisida. Rata-rata persentase parasitisi parasitoid *D. semiclausum* terhadap *P. xylostella* tertinggi ditemukan pada pertanaman kubis di Lembanna sebesar 49,69% dan terendah di Pattapang yaitu 17,61%. Nisbah kelamin yaitu jantan : betina dari *D. semiclausum* yang muncul dari inang *P. xylostella* sebesar 1 : 2,72 pada pertanaman kubis di Lembanna, Buluballea 1 : 2,38, Kanreapia 1:2,2, Petrang 1:2,15 dan 1 : 2 pada pertanaman kubis di Pattapang. Dengan lebih banyaknya betina *D. semiclausum* yang muncul yang terlihat dari nilai nisbah kelamin maka potensi parasitoid *D. semiclausum* sebagai agens pengendali hayati *P. xylostella* pada pertanaman kubis sangatlah menjanjikan.

5.8 Daftar Pustaka

- Cyndy, Daud ID. 2020. Evaluasi keberadaan parasitoid *Diadegma semiclausum* pada ekosistem tanaman kubis di Malino. (*On going publish*).
- Daud ID. 1985. Biologi *Diadegma eucerotheca* yang Didatangkan dari Lembaga pada Ekosistem Kubis di Malino. Makalah Pertemuan Ilmiah PEI SulSel. Di Maros 4 pp
- Daud ID, Fatahuddin. 1996. Perbanyakannya Massal dan Inundasi *Diadegma semiclausum*, Parasitoid *Plutella xylostella* pada Pertanaman Kubis Dataran Tinggi Malino Kabupaten Gowa.
- Daud ID. 2004. Evaluasi Keberadaan Parasitoid *Diadegma semiclausum* di Pertanaman Kubis Kanreapia Tinggi Moncong Gowa. Makalah Seminar Nasional Entomologi dalam Perubahan Lingkungan dan Sosial. Bogor, 5 Oktober 2004.
- De Bach P. 1974. *Biological Control by Natural Enemies*. Cambridge University Press, London. 323 pp .
- Doutt RL, Annecke DP, Tremblay. 1976. *Biological and Relation Hopeses with Parasitoida*. p 177-207
- Huffaker, Messenger PS. 1976. *Biological Control*. Plenum. New York. 511 pp.
- Kalshoven LGE.1981. *The Pests of Crops in Indonesia* (Revised and Translated by P.A. Van der Laan). P.T. Ichtar Baru-Van Hoeve, Jakarta. 701 hal.
- Partoatmodjo S.1982. Pengembangan Metode Pengendalian Hama Terpadu di Bidang Hortikultura. Simposium Entomologi, 25 – 27 Agustus 1982. Bandung. 14 halaman.
- Soelaksono. 2010. *Biologi Populer*, ITB, Bandung Juni 2010.
- Sosromarsono S, Soelaeman, dan Duriat AS. 1982. Serangga Hama dan Serangga Vektor Penyakit Tanaman pada Tanaman Hortikultura dan Pengendaliannya. Simposium Entomologi
- Van den Bosch, Messenger PS. 1973. *Biological Control*. Intext Educational Publishers New York and Londong. 180 pp.
- Vos HCAA. 1953. Introduction in Indonesia of *Angitia cerophaga* Grav., a parasite of *Plutella maculipennis* Curt. Contrib. Gen. Agric. Sta., Bogor. No. 143.