

Pengembangan Pengendalian Hayati Hama Sawit dan Pajale

Development of Biological Control for Pests of Oil Palm and Rice-Corn-Soybean

Siti Herlinda^{1,2*)}

¹⁾Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya,
Indralaya 30662

²⁾Pusat Unggulan Riset Pengembangan Lahan Suboptimal (PUR-PLSO), Universitas
Sriwijaya, Palembang 30139

^{*)}Penulis untuk korespondensi: sitiherlinda@unsri.ac.id

Sitasi: Herlinda S. 2019. Pengembangan pengendalian hayati hama sawit dan pajale. *In:* Herlinda S *et al.* (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2018, Palembang 18-19 Oktober 2018*. pp. 1-12. Palembang: Unsri Press.

ABSTRACT

Biological control for pest insects is an activity of predator, parasitoid or entomopathogen in decreasing pest populations, it makes the populations lower. The objective of this paper was to compare development of biological control for pests of oil palm and rice-corn-soybean. This paper was written based on information and both primary and secondary data. The development of biological control in oil palm plantations was currently dominated by conservation of predatory arthropods and parasitoid by utilizing refugia. The refugia that were widely used were *Turnera subulata*, *Turnera ulmifolia*, *Antigonon leptopus*, and *Cassia cobanensis*. In addition to refugia, palm oil plantations currently utilized a lot of entomopathogens, both entomopathogenic fungi and viruses. Entomopathogenic fungi that had been widely developed were *Metarhizium anisoplia*, *Metarhizium majus*, and *Cordyceps militaris*, while entomopathogenic viruses were used, such as *Rhabdionvirus oryctes*. The use of parasitoid in oil palm plantations was not as intensive as the use of entomopathogen and refugia. The development of biological control in rice, corn, and soybeans (“pajale”) generally used conservation approach for natural enemies that prioritized habitat management, for example intercropping which was able to provide habitats and niches for predators and parasitoids. The use of entomopathogens to control pests in “pajale” was less intensive because it is constrained by the micro climate in “pajale” ecosystems was less ideal, due to fluctuations in temperature and humidity are relatively more higher than in the oil palm ecosystem. The predators that were dominant in “pajale” were hunter spiders, for example *Pardosa pseudoannulata* while predominantly parasitoid was oligophagous or polyphagous parasitoids. Thus, it can be concluded that the development of biological control in oil palm and “pajale” is slightly different, in oil palm natural enemies are easier to settle because the ecosystem is more stable, whereas in “pajale” ecosystems, the natural enemies of the entomopathogens are less able to settle due to less stable micro climate.

Keywords: entomopathogen, parasitoid, predator, and refugia

ABSTRAK

Pengendalian hayati hama merupakan aktivitas predator, parasitoid atau entomopatogen dalam menekan populasi hama sehingga populasi hama menjadi lebih rendah. Tulisan ini disusun didasarkan atas data dan informasi baik data primer maupun data sekunder dan bertujuan untuk membandingkan perkembangan pengendalian hayati di perkebunan sawit dan pajale. Pengembangan pengendalian hayati di perkebunan sawit saat ini banyak didominasi dengan konservasi artropoda predator dan parasitoid dengan memanfaatkan tanaman refugia. Tanaman refugia yang banyak digunakan adalah *Turnera subulata*, *Turnera ulmifolia*, *Antigonon leptopus*, dan *Cassia cobanensis*. Selain refugia, di perkebunan sawit saat ini telah banyak memanfaatkan entomopatogen, baik jamur entomopatogen maupun virus entomopatogen. Jamur entomopatogen yang telah banyak dikembangkan adalah *Metarhizium anisoplia*, *Metarhizium majus*, dan *Cordyceps militaris*, sedangkan virus entomopatogen yang digunakan misalnya *Rhabdionvirus oryctes*. Pemanfaatan parasitoid di perkebunan sawit tidak seintensif penggunaan entomopatogen dan penggunaan refugia. Pengembangan pengendalian hayati pada padi, jagung, dan kedelai (pajale) umumnya lebih ke pendekatan konservasi musuh alami yang mengutamakan pengelolaan habitat, misalnya tumpang sari yang mampu menyediakan habitat dan relung untuk predator dan parasitoid. Pemanfaatan entomopatogen untuk pengendalian hama di pajale kurang begitu berkembang karena terkendala iklim mikro pajale kurang ideal, fluktuasi suhu dan kelembaban relatif lebih nyata dibandingkan di ekosistem sawit. Predator yang dominan di pajale adalah kelompok laba-laba pemburu, misalnya *Pardosa pseudoannulata* sedangkan parasitoid yang dominan menetap adalah parasitoid larva yang berperilaku oligofag atau polifag. Dengan demikian, dapat disimpulkan pengembangan pengendalian hayati di kelapa sawit dan pajale sedikit berbeda, di sawit musuh alami lebih mudah menetap karena ekosistemnya stabil, sedangkan di pajale musuh alami kelompok entomopatogen kurang mampu menetap.

Kata kunci: entomopatogen, parasitoid, predator, dan refugia

PENDAHULUAN

Pengendalian hayati hama adalah aktivitas musuh alami, yaitu predator, parasitoid, dan patogen dalam menurunkan populasi hama sehingga di bawah populasi di lokasi yang tidak ada aktivitas musuh alami tersebut. Menurut Debach (1964) “Pengendalian hayati hama adalah kegiatan parasitoid, predator dan patogen dalam memelihara kerapatan populasi organisme lain pada kerapatan rata-rata yang lebih rendah daripada kerapatan jika musuh alami tersebut tidak ada”. Pengendalian hayati hama hanya diatur oleh ketiga kelompok musuh alami tersebut. Dengan demikian, pengendalian hayati berbeda dengan pengendalian alami yang tidak hanya dipengaruhi ketiga kelompok musuh alami tersebut melainkan juga dipengaruhi faktor abiotik, seperti curah hujan, suhu, kelembaban, cahaya dan lain-lain.

Pengendalian hayati saat ini dikembangkan tidak hanya di ekosistem perkebunan tetapi juga di ekosistem tanaman semusim. Perbedaan kondisi fisik dan iklim mikro di kedua ekosistem tersebut dapat mempengaruhi keberhasilan dalam penerapan pengendalian hayati di kedua ekosistem tersebut. Di ekosistem perkebunan yang iklim mikro yang relatif stabil selama jangka waktu tahunan dapat memungkinkan musuh alami menetap, sedangkan di ekosistem tanaman semusim umumnya iklim mikro stabil hanya hitungan

bulan 3-4 bulan. Bila tanaman dipanen saat umur ekosistem 3-4 bulan, maka terjadi perubahan drastis iklim mikro di ekosistem tanaman semusim tersebut dan ini tidak terjadi dalam waktu bulanan di ekosistem perkebunan, misalnya *replanting* sawit akan dilakukan saat umur ekosistem sawit tersebut sekitar 25 tahun.

Di ekosistem tanaman semusim, pengendalian hayati lebih rumit dibandingkan pengendalian hayati di ekosistem perkebunan karena di ekosistem tanaman semusim musuh alami lebih sulit menetap dibandingkan di ekosistem perkebunan. Pendekatan pengendalian hayati terdiri dari introduksi, augmentasi, dan konservasi musuh alami. Dari ketiga pendekatan tersebut, semua pendekatan umumnya berhasil dilakukan di ekosistem perkebunan, sedangkan di ekosistem tanaman semusim pendekatan konservasi yang banyak menunjukkan keberhasilan. Tulisan ini bertujuan untuk membandingkan perkembangan pengendalian hayati di perkebunan sawit dan pajale.

PENGEMBANGAN PENGENDALIAN HAYATI HAMA SAWIT

Pengendalian hayati yang diterapkan di ekosistem sawit saat ini umumnya telah menunjukkan keberhasilan (Tabel 1). Penerapan pengendalian hayati dengan metode introduksi telah berhasil dengan menetapnya burung hantu (*Tyto alba*) yang diintroduksi.

Tabel 1. Predator, entomopatogen, dan parasitoid pengendali hama penting sawit

Spesies hama	Predator	Entomopatogen	Parasitoid
<i>Oryctes rhinoceros</i>	<i>Myopopone castenea</i> (Junaedi <i>et al.</i> 2015). <i>Spirostrophus naresii</i> , <i>Scolopendra morsitans</i> , <i>Coleolelaps sp.</i> , <i>Pycnoscelus</i> , dan <i>surinamensis</i> (Hinckley 1967).	<i>Rhabdionvirus oryctes</i> (Gopal & Gupta 2001). <i>Bacillus thuringiensis</i> <i>Metarhizium anisopliae</i> <i>Beauveria bassiana</i> (Marheni <i>et al.</i> 2013). <i>Heterorhabditis sp</i> (Rahman 2010.).	<i>Megascolia maculata</i> (Muraji & Nakahara 2001).
<i>Setothosea asigna</i>	<i>Sycanus annulicornis</i> (Simanjuntak, 2011) <i>Eocanthecona sp</i> (Perdede <i>et al.</i> 1996).	<i>Cordyceps militaris</i> dan <i>Sycanus dichotomus</i> . (Wahyu 2004).	<i>Apanteles</i> dan <i>Brachaymeria</i> , <i>Fornicia celonica</i> . (Sibirian 2008).
<i>Tirathaba mundella</i>	<i>Euborellia annulata</i> (Tilaar 1987).	<i>Cordyceps militaris</i> (Schgal & Sagar 2006).	<i>Apanteles tirathabae</i> , <i>Telenomus tirathabae</i> , <i>Argyrophylax</i> , <i>Palexorista patinei</i> (Hosang <i>et al.</i> 1989).
<i>Setora nitens</i>	<i>Oecophylla smaragdina</i> (Kalshoven 1981).	<i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Cordyceps militaris</i> dan <i>Multi-Nucleo Polyhydro Virus</i> (MNPV), dan <i>Beauveria bassiana</i> (Saranga & Daud 1993).	<i>Apanteles</i> dan <i>Brachaymeria</i> (Sibirian 2008).
<i>Cre mastopsy che pendula</i>	<i>Sycanus sp</i> (Syed & Sankaran 1972).	<i>Bacillus thuringiensis</i> (Syed dan Sankaran 1972)	<i>Apanteles metesau</i> , <i>E. catoxanthae</i> dan <i>Eozenillia psychidarum</i> . (Syed & Sankaran, 1972)

dari Malaysia telah berhasil mengendalikan tikus di perkebunan sawit di Indonesia. Burung hantu efektif mengendalikan tikus dan kemampuan memangsa tikus baik di perkebunan sawit maupun padi. Burung hantu dapat menetap dengan baik bila sarangnya nyaman untuk habitatnya. Sarang sebaiknya ternaungi, sejuk, dan tenang terhindar dari kebisingan.

Pendekatan pengendalian hayati hama sawit dengan augmentasi juga telah banyak berhasil, terutama pemanfaatan entomopatogen. Entomopatogen yang telah dilakukan secara luas dan berhasil mengendalikan ulat api dan larva *Oryctes rhinoceros* di perkebunan sawit, misalnya virus β Nudaurelia dan Multi-Nucleo Polyhydro Virus (MNPV) dan *Rhabdionvirus oryctes* (Gopal & Gupta 2001) (Tabel 1). Selain virus, jamur entomopatogen juga telah banyak digunakan untuk mengendalikan larva *O. rhinoceros*, misalnya *Metarhizium anisopliae*, *Metarhizium majus*, *Beauveria bassiana*, serta bakteri entomopatogen (*Bacillus thuringiensis*) juga telah digunakan untuk hama tersebut.

Selain introduksi dan augmentasi, konservasi musuh alami, di perkebunan kelapa sawit telah menunjukkan keberhasilan yang tinggi dan hampir semua perkebunan telah memanfaatkan tanaman refugia untuk melestarikan predator dan parasitoid hama sawit ini. Tanaman yang digunakan untuk refugia tersebut, misalnya *Cassia cobanensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Turnera subulata*, *Antigonon neptotus* yang dapat menyediakan relung untuk parasitoid hama dari ordo Lepidoptera (Sahari 2012). Dari hasil survei penulis di daerah Pemulutan Ogan Ilir Sumatera Selatan ditemukan juga di tanaman refugia tersebut menjadi relung dan habitat artropoda predator, baik serangga maupun laba-laba pemangsa hama sawit dan padi.

PENGEMBANGAN PENGENDALIAN HAYATI HAMA PAJALE

Banyak spesies musuh alami baik predator, entomopatogen, maupun parasitoid telah berhasil menekan populasi hama padi, jagung dan kedelai (Tabel 2-4). Pendekatan pengendalian hayati pajale ini umumnya didominasi dengan pendekatan konservasi. Pengendalian hayati hama penting padi, misalnya *Nilaparvata lugens* menggunakan *Pardosa pseudoanulata* (Kartohardjono 2011) yang metode pendekatannya konservasi. Pemanfaatan laba-laba tersebut untuk mengendalikan populasi hama pajale lebih memungkinkan karena lebih mampu menetap dibandingkan dengan metode augmentasi. Saat ini pendekatan konservasi dalam pengendalian hayati hama pajale telah mulai menggunakan tanaman refugia dari sayuran berbunga, misalnya *Vigna unguiculata* dapat menyediakan relung untuk predator, *Cheilomenes lunata*, *Harmonia sp.*, *Coccinella septempunctata*, *Rhinocoris segmentarius* (Niba 2011).

Pengendalian hayati hama penting jagung (Tabel 3) juga telah terbukti berhasil dilakukan walau laporannya tidak selengkap laporan keberhasilan pengendalian hayati di sawit. Hama jagung yang menjadi permasalahan adalah penggerek tongkol (*Helicoverpa armigera*) dan batangnya (*Ostrinia furnacalis*). Hama penting tersebut telah dapat dikendalikan dengan augmentasi parasitoid telur ataupun entomopatogen. Namun, belum banyak informasi yang didapat tentang menetapnya parasitoid dan entomopatogen tersebut di lapangan.

Banyak musuh alami telah berhasil mengendalikan hama kedelai (Tabel 4). Pengendalian hayati hama tanaman kedelai pernah penulis cobakan dengan melakukan pelepasan parasitoid telur *Etiella zinckenella* dengan menggunakan *Trichogrammatoidea bactrae bactrae* (Herlinda *et al.* 1997). Selama tiga musim tanam kedelai itu, parasitoid

telur tersebut masih dapat ditemukan di pertanaman kedelai yang tidak mengaplikasikan insektisida sintetik. Begitu juga dengan pengendalian *H. armigera* (yang juga menyerang tongkol jagung) yang menyerang polong kedelai pernah kami lakukan menggunakan parasitoid telur, yaitu *Trichogramma chilonis* (Herlinda *et al.* 1999) juga masih dapat dideteksi keberadaannya setelah setahun dilepas di ekosistem kedelai yang tidak mengaplikasikan insektisida sintetik. Dengan demikian, augmentasi parasitoid telur relatif mampu menetap selama di agroekosistem tersebut tidak diaplikasikan insektisida sintetik. Permasalahan utama dalam menerapkan pengendalian hayati di ekosistem semusim, seperti ekosistem padi, jagung ataupun kedelai ini adalah singkatnya keberadaan ekosistem tersebut yang hanya berkisar antara 3-4 bulan atau “seumur jagung”. Singkatnya keberadaan ekosistem tersebut menyebabkan musuh alami, seperti predator dan parasitoid dapat menyebar ke ekosistem lain yang lebih stabil, seperti ekosistem perkebunan. Namun, hal ini dapat diatasi bila dalam menerapkan pengendalian hayati dipadukan antara pendekatan augmentasi dan konservasi (refugia) sehingga bila ekosistem semusim tersebut dipanen atau diputus, maka musuh alami dapat singgah dan menetap di refugia tersebut.

Tabel 2. Predator, entomopatogen, dan parasitoid pengendali hama penting padi

Spesies hama	Predator	Entomopatogen	Parasitoid
<i>Nilaparvata lugens</i>	<i>Coccinella sp</i> dan <i>Paederus fuscipes</i> , sedangkan dari golongan laba-laba adalah <i>Pardosa pseudoanulata</i> dan <i>Atypena sp.</i> (Kartohardjono 2011 Herlinda <i>et al.</i> 2018).	<i>Beauveria bassiana</i> (Wraight <i>et al.</i> 1998; Safitri <i>et al.</i> 2018) <i>Metarhizium spp</i> (Baehaki & Noviyanti 1993; ; Safitri <i>et al.</i> 2018)	<i>Anagrus nilaparvatae</i> , <i>Anagrus optabilis</i> <i>Oligosita</i> (Triapitsyn & Berezovsky 2004)
<i>Nephotettix virescens</i>	<i>Agriocnemis pygmaea</i> (Laba & Atmadja, 1992) <i>Araneus inustus</i> , <i>Tetragnatha maxillosa</i> , dan <i>Lycosa pseudoannulata</i> (Kobayashi <i>et al.</i> 2011)	<i>Verticillium lecanii</i> dan <i>Beauveria bassiana</i> (Prayogo & Tengkanoo 2002)	<i>Gonatocerus</i> (Atmadja 1993)
<i>Leptocorisa acuta</i>	<i>Argiope catenulate</i> Dol (Qomarudin 2006).	<i>Metarhizium anisopliae</i> (Gabriel & Riyanto 1989)	<i>Hadronotus, leptocorisae</i> , dan <i>Ooencyrtus malayanensis</i> (Hidayani <i>et al.</i> 2013)
<i>Schirpophaga incertulas</i>	<i>Argiope catenulate</i> (Qomarudin 2006).	<i>Beauveria bassiana</i> dan <i>Metarhizium anisopliae</i> (Thalib <i>et al.</i> 2013).	<i>Trichogramma japonicum</i> (Khan <i>et al.</i> 2001)
<i>Cnaphalocrocis medinalis</i>	Carabidae dan Coccinelidae dan family Dermaptera (CAB International 2004).	<i>Beauveria bassiana</i> (CAB International 2004).	<i>Trichogramma spp</i> (CAB International 2004).

Pengembangan pengendalian hayati di kelapa sawit dan pajale berbeda dan memiliki tantangan tersendiri. Di sawit musuh alami baik kelompok predator, parasitoid, maupun entomopatogen lebih mudah menetap karena ekosistemnya stabil, sedangkan di pajale musuh alami kelompok entomopatogen kurang mampu menetap disebabkan singkatnya keberadaan ekosistem tersebut dibandingkan ekosistem perkebunan. Namun, penggunaan refugia dapat mengatasi permasalahan ketidakstabilan ekosistem semusim ini. Saat ini penggunaan refugia tidak hanya di perkebunan untuk konservasi muasuh alami, namun dapat juga dilakukan di tanaman semusim.

Tabel 3. Predator, entomopatogen, dan parasitoid pengendali hama penting jagung

Spesies hama	Predator	Entomopatogen	Parasitoid
<i>Helicoverpa armigera</i> Hbn.	Cecopet (<i>Euborellia annulata</i>) predator telur dan larva penggerek tongkol (Javier & Morallo 1991).	<i>Beuveria bassiana</i> (Tanada dan Kaya 1993), <i>Metarhizium anisopliae</i> (Yasin et al. 2000).	<i>Trichogramma spp</i> (Pabbage et al. 2000).
<i>Ostrinia furnacalis</i>	Cecopet (<i>Euborellia annulata</i>) predator larva dan pupa penggerek batang jagung (Javier & Morallo 1991).	<i>Beuveria bassiana</i> (Tanada dan Kaya 1993), <i>Metarhizium anisopliae</i> (Yasin et al. 2000), <i>Steinernema sp</i> (Kaya & Gaugler 1993).	<i>Tricogramma spp</i> (Nonci & Masmawati 2005).
<i>Sitophilus zeamais</i>	<i>Chelisoche morio</i> (Javier & Morallo 1991).	<i>Beauveria bassiana</i> (Rondelli et al. 2012).	<i>Lariophagus distinguendus</i> (Li et al. 1998) <i>Anisopteromalus calandrae</i> (Chaisaeng et al. 2010).
<i>Spodoptera litura</i>	<i>Rhincoris sp</i> , dan <i>Solenopsis geminata</i> (Arifin 1991).	<i>Beauveria bassiana</i> (Prayogo 2004).	<i>Trichogramma spp</i> , <i>Nosema carpocapsae</i> dapat menginfeksi larva ulat grayak. <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Nomuarea rileyi</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> (Baco & Tandiabang 1998), dan NPV (<i>Nuclear Polyhedrosis Virus</i>) (Litsinger 1978).
<i>Atherigona sp.</i>	<i>Clubiona japonicola</i> (CPC 2001).	<i>Beuveria bassiana</i> (Wahyunendo 2002).	<i>Trichogramma spp</i> (Pabbage et al. 2000).

Tabel 4. Predator, entomopatogen, dan parasitoid pengendali hama penting kedelai

Spesies hama	Predator	Entomopatogen	Parasitoid
<i>Etiella zinckenella</i>	<i>Pardosa pseudoannulata</i> (Herlinda <i>et al.</i> 2004)	<i>Lecanicillium lecanii</i> (Pranata <i>et al.</i> 2014)	<i>T. bactrae bactrae</i> (Herlinda <i>et al.</i> 1997)
<i>Spodotera litura</i>	<i>Oxyopes javanus</i> Thorell, <i>Pardosa pseudoannulata</i> , <i>Paederus fuscipes</i> , <i>Rhinocoris sp.</i> , <i>Andralus sp.</i> , <i>Coranus sp.</i> , <i>Vespidae</i> , dan <i>Solenopsis geminata</i> (Arifin 1991).	<i>Borrelinavirus litura</i> dan <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner (Arifin 1992). <i>Nuclear Ployhidrosis Virus</i> (NPV) (Prayogo <i>et al.</i> 2002).	<i>Snellenius manilae</i> Ashmed (Braconidae), <i>Megoselia scalaris</i> Loew (Phoridae), <i>Peribaea orbata</i> Wied, dan <i>Telenomus sp</i> (Tachinidae) (Arifin 1991; Yamamoto & Sosromarsono 1985).
<i>Aphis glycines</i>	<i>Coccinella arcuata</i> (Baliadi 2007).	<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Paecilomyces fumosoroceus</i> dan <i>Verticillium lecanii</i> (Mahr <i>et al.</i> 2001).	<i>Polynema sp</i> , <i>Eretmocerus sp</i> , <i>Encarsia sp</i> , <i>Aphelinus sp</i> , <i>Aphindius sp</i> (Afifah 2011).
<i>Chrysodeixis chalcites</i>	<i>Lebia analis</i> , <i>Geocoris spp.</i> , <i>Reduviolus</i> dan <i>Tropiconabis</i> (Grant <i>et al.</i> 1985).	<i>Entomophthora gammae</i> , <i>Massospora sp</i> dan <i>Nomuraea rileyi</i> (Daigle <i>et al.</i> 1990).	<i>Copidosoma floridanum</i> (Arifin 1992, Ruberson 2005), <i>Apanteles sp.</i> , <i>Microplitis sp.</i> , <i>Tachinidae</i> dan <i>Braconidae</i> (Lanya 2007), <i>Meteorus autographae</i> , <i>Copidosoma truncatellum</i> (Daigle <i>et al.</i> 1990).
<i>Bemisia tabaci</i>	<i>Macrolopus</i> atau <i>Dicyphus</i> (Gerling <i>et al.</i> 2001)	<i>A. aleyrodis</i> , <i>A. andropogonis</i> , <i>A. goldiana</i> , <i>Beauveria bassiana</i> , <i>P. farinosus</i> , <i>P. fumosoroceus</i> , <i>V. lecanii</i> (Faria & Wraight 2001)	<i>Eretmocerus sp</i> dan <i>Encarsia sp</i> (Afifah 2011).
<i>Helicoverpa armigera</i>	<i>Pristhesancus papuensis</i> , <i>Gminatus nigroscutellatus</i> , <i>Cermatulus nasalis</i> , dan <i>Labidura ripari truncata</i> (Shepard <i>et. al</i> 1983; Baliadi <i>et al.</i> 2008a).	<i>Trichogramma sp.</i> (Nurindah <i>et al.</i> 1991 dan Hadiyani <i>et al.</i> 1999) <i>Trichogramma chilonis</i> (Herlinda <i>et al.</i> 1999).	<i>Bracon hebetor</i> Say, <i>Chelonus antillarum</i> Marsh, <i>C. insularis</i> Cress, dan <i>Apanteles marginiventris</i> Cress (King & Saunders 1984; Baliadi <i>et al.</i> 2008).

Penulis saat ini sedang mengkaji keberadaan refugia dalam menyediakan habitat dan relung musuh alami hama padi yang pada saat padi tidak ada di sawah. Dari hasil awal kajian tersebut, ditemukan fenomena musuh alami hama padi kelompok predator dan parasitoid umumnya pindah ke tanaman sayuran yang biasa ditanam petani lokal di pematang sawah rawa lebak, seperti di bunga sayuran terong, kacang panjang, ketimun, pare dan lain-lain. Selain itu, predator dan parasitoid tersebut ditemukan di tumbuhan liar di sekitar sawah tersebut. Dengan demikian, kebiasaan petani lokal bertanam sayuran saat sawah diberakan bermanfaat dalam melestarikan musuh alami hama padi.

KESIMPULAN

Pengembangan pengendalian hayati di kelapa sawit dan pajale berbeda dan memiliki tantangan tersendiri, di sawit musuh alami baik kelompok predator, parasitoid, maupun entomopatogen lebih mudah menetap karena ekosistemnya stabil, sedangkan di pajale musuh alami kelompok entomopatogen kurang mampu menetap disebabkan singkatnya keberadaan ekosistem tersebut dibandingkan ekosistem perkebunan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Miftahul Jannah yang telah membantu mencarikan data skunder guna penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah L. 2011. *Pertumbuhan Cendawan Entomopatogen Lecanicillium lecanii Pada Berbagai Media Serta Infektivitasnya Terhadap Kutu Daun Kedelai Aphis glycines Matsumura (Hemiptera: Aphididae)*. Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Arifin M. 1991. Peranan musuh alami ulat grayak Spodoptera litura F. pada berbagai kondisi lingkungan pertanaman kedelai. Pros. Sem. Biol. Das. II di Bogor. 14 Pebruari 1990. hlm. 207–214.
- Arifin M. 1992. Bioekologi, serangan, dan pengendalian hama pemakan daun kedelai. hlm 81–116 dalam Marwoto, N. Saleh, Sunardi, dan A. Winarto. (Eds.). Risalah Lokakarya Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kedelai. Balittan Malang, 8–10 Agustus 1991.
- Atmadja WR. 1993. Parasitisme *Anagrus* sp. dan *Gonatocerus* sp. terhadap telur tiga jenis wereng padi. *Bull. Penel.* 7: 23-27.
- Baco D, Tandiabang J. 1998. Hama utama jagung dan pengendaliannya. Dalam Buku Jagung. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Maros.
- Baehaki SE, Noviyanti. 1993. Pengaruh umur biakan *Metarhizium anisopliae* strain lokal sukamandi terhadap perkembangan wereng coklat, hlm. 113-124. Dalam E. Martono, E. Mahrub, N.S. Putra, dan Y. Trisetyawati (eds.). Simposium Patologi Serangga I. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993.
- Baliadi Y, Tengkonon W, Bedjo, Purwantoro. 2008. Validasi rekomendasi pengendalian hama secara terpadu kedelai di lahan sawah dengan pola pergiliran tanaman padi-kedelai-kedelai. *Agritek.* 16(3): 492-500.

- Baliadi Y. 2007. Management of soybean whitefly: Biology, economic importance and control methods. Di dalam: Harnowo D *et al.* (eds). Peningkatan Produksi Kacang kacangan dan Umbi umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Puslitbangtan, Bogor. hlm. 474-485.
- CAB International. 2004. *Crop Protection Compendium*. Wallingford, UK, CAB. Disajikan dalam compact disc.
- Chaisaeng P, Chongrattanamateekulb W, Visarathanonthc P, Vajarasathiarad B. 2010. Laboratory studies on control of the maize weevil *Sitophilus zeamais* by the parasitoid *Anisopteromalus calandrae*. *Sci. Asia* 36: 6–11.
- Daigle CJ, Boethel DJ, Fuxa JR. 1990. Parasitoids and pathogens of soybean looper and velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae) in Soybeans in Louisiana. *Environmental Entomology*. 9(3):746–752a.
- De Bach P. 1964. *Biological Control of Insect Pests and Weeds*, 1st edn. Chapman and Hall, London.
- Faria M, Wright SP. 2001. *Biological control of Bemisia tabaci with fungi*. *Crop. Prot.* 20:767-778.
- Gabriel BP, Riyatno. 1989. *Metarhizium anisopliae (Metch) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya*. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian.
- Gerling D, Alomar O, Arno J. 2001. *Biological control of Bemisia tabaci Using Predators and Parasitoids*. *Crop Protection*. 20:779-799.
- Gopal M, Gupta A. 2001. Control of the coconut pest *Oryctes rhinoceros* L. *International Journal of Tropical Insect Science*. 21(2):93-101.
- Grant JF, Mc Whorter RE, Shepard M. 1985. *Influence of Soybean Looper Density on Predation by Adult Lebia Analis*. *J. Agric. Entomol.* 2(2):167–174.
- Hadiyani S, Indrayani IGA, Wahyuni SA, Suprpto DA, Haryanto. 1999. Efisiensi pemanfaatan NPV dan Trichogramma untuk pengendalian ulat buah kapas *Helicoverpa armigera* HBN. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 5: 74-79.
- Herlinda S, Rauf A, Kartosuwondo U, Budihardjo. 1997. Biologi dan potensi parasitoid telur, *Trichogrammatoidea bactrae bactrae* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae), untuk pengendalian penggerek polong kedelai. *Bul. HPT*. 9:19–25.
- Herlinda S, Daha L, Rauf A. 1999. Biologi dan Pemanfaatan Parasitoid Telur *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae) untuk Pengendalian *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) pada Pertanaman Kedelai dan Tomat. p. 23-32. *In: Peranan Entomologi dalam Pengendalian Hama yang Ramah Lingkungan dan Ekonomis. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bogor Bekerjasama dengan Program Nasional PHT, Bogor 16 Pebruari 1999.*
- Herlinda S, Yudha S, Thalib R, Khodijah, Suwandi, Lakitan B, Verawaty M. 2018. Species richness and abundance of spiders inhabiting rice in fresh swamps and tidal lowlands in South Sumatra, Indonesia. *Journal ISSAAS*. 24(1): 82–93.
- Hidayani, Rusli R, Lubis YS. 2013. *Keanekaragaman Spesies Parasitoid Telur Hama Lepidoptera dan Parasitoidnya pada Beberapa Tanaman di Kabupaten Solok, Sumatera Barat*. *J Natur Indo*. 15(1): 9-14.
- Hinckley AD. 1967. Associates of the coconut rhinoceros beetle in Western Samoa. *Pacific Insects*. 9(3): 505-511.

- Hosang MLA, Soekarjoto, Tumewan F. 1989. *Hama Perusak Bunga Kelapa dan Usaha Pengendaliannya*. Buletin Balitka. (9):36-41.
- Javier PA, Rejesus MB. 1991. *Selective Toxicity of Insecticide to the Earwig *Eauborellia annulata fabricus* (Dermaptera: Anisolabididae) Predatory to the Asian Corn Borer *Ostrinia furnacalis* Guenne*. The Philippine Agriculturist.
- Junaedi D, Bakti D, Zahara F. 2015. Daya predasi myopopone castaneae (Hymenoptera: Formicidae) terhadap larva *Oryctes Rhinoceros* L. (Coleoptera: Scarabidae) di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3(1): 112-117.
- Kalshoven LGE. 1981. *Pests of crops in Indonesia*. PT. Ichtiar Baru-Van Hoeve. Jakarta. 701 p.
- Kartohardjono A. 2011. Penggunaan musuh alami sebagai komponen pengendalian hama padi berbasis ekologi. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 4(1), 2011: 29-46.
- Kaya HK, Gaugler R. 1993. Entomopathogenic nematodes. *Annual Reviews in Entomology*. 38: 181-206.
- Khan KA, Alam MM. 2001. *Some facts regarding the use of Trichogramma against the sugarcane borers*. Proceedings of 36th Annual Convention of Pakistan Society of Sugar Technologist. 1:103– 107.
- King ABS, Saunders JL. 1984. *Las Plagas Invertebradas De Cultivos Anuales Alimeticios en America Central Una Guia Para Su ReconocimientoyControl*. Overseas Development Administration (ODA), London, England. 182 p.
- Kobayashi T, Takada M, Takagi S, Yoshioka A, Washitani I. 2011. *Spider Predation on a Mirid Pest in Japanese Rice Fields*. Basic and Applied Ecology. 12: 532–539.
- Laba IW, Atmadja WR. 1992. *Potensi Parasit dan Predator dalam Mengendalikan Wereng Coklat Nilaparvata lugens Stal. pada Tanaman Padi*. *J. Litbang Pert*. 11: 65-71.
- Lany H. 2007. Peramalan OPT Utama Kedelai. http://agribisnis.web.id/web/dipertantnb/artikel/opt_kedelai.htm.
- Li RM, Kang MS, Moreno OJ, Pollak LM. 1998. *Genetic variability in exotic adapted maize (Zea mays L.) germplasm for resistance to maize weevil*. Plant Gen. Resources Newsl. 114: 22-25.
- Litsinger JA. 1978. *Insect Pest of maize and shorgum*. IRRI. Los Baños. The Philippines.
- Nonci dan Masmawati, 2005. *Kemampuan Jelajah Trichogramma evanescens Westwood Parasitoid Telur Penggerek Batang (Ostrinia furnacalis)*. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Makassar, 23-25 September 2005. Hal: 562-566.
- Mahr SER, Cloyd RA, Mahr DL, Sadof CS. 2001. *Biology Control of Insects And The Other Pest of The Greenhouse Crop*. North Central Regional Publication 581. Univesity of Wisconsin Exstention, Cooperative Exstention.
- Marheni, Hasanuddin, Pinde, Suziani W. 2013. Uji patogenesis jamur *Metarhizium anisopliae* dan jamur *Cordyceps militaris* terhadap larva penggerek pucuk kelapa sawit (*Oryctes rhinoceros*) (Coleoptera: Scarabaeidae) di laboratorium. *Jurnal Universitas Sumatera Utara* 1: 32–41.
- Muraji S, Nakahara S. 2001. Phylogenetic relationships among fruit flies, *Bactrocera* (Diptera: Tephritidae), based on the mitochondrial rDNA sequences. *Insect Molecular Biology*. 6: 549–559.

- Niba A. 2011. Arthropod assemblage dynamics on cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) in a subtropical agro-ecosystem, South Africa. *African Journal of Agricultural Research*. 6(4): 1009–1015.
- Nurindah, Soebandrijo, Sunarto DA. 1991. Pengendalian *Helicoverpa armigera* (Hubner) dengan parasitoid telur *Trichogrammatoidea armigera* N. pada kapas. *Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat*. 6 : 86-93.
- Pabbage MS, Nonci N, Baco D. 2000. Kefektifan *Trichogrammatoidae bactrae fumata* dalam Pengendalian Penggerek Tongkol Jagung *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera; Noctuidae) di laboratorium. *Hasil Penelitian Hama dan Penyakit 1999/2000*. Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia Lainnya. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Perdede DJ, Ginting CU, Wibowo H. 1996. Pembiakan *Massa Eocanthecona furcellata* dan Penerapan Pengendalian Hama Terpadu Ulat Pemakan Daun Kelapa Sawit. *Proyek Penelitian dan Pengembangan*. Asosiasi Penelitian Perkebunan Indonesia. PPKS. Medan.
- Pranata R, Ratnasari E, Isnawati, Prayogo Y. 2014. Penggunaan cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* untuk menanggulangi hama penggerek polong kedelai *etiella zinckenellae* secara *in vitro*. *LenteraBio*. 3(3): 168–173.
- Prayogo Y. 2004. Keefektifan Lima Jenis Cendawan Entomopatogen terhadap Hama Pengisap Polong Kedelai *Riptortus linearis* (L.) (Hemiptera: Alydidae) dan Dampaknya terhadap Predator *Oxyopes javanus* Thorell (Araneida: Oxyopidae). Tesis. Departemen Hama Penyakit Tanaman, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 51 hlm.
- Prayogo Y, Tengkanow W. 2002. Pengaruh konsentrasi dan frekuensi aplikasi verticillium lecanii dan beauveria bassiana terhadap tingkat kematian *Nephotettix virescens*. *Majalah Ilmiah Sainteks*. 9(4):1-11.
- Qomarudin. 2006. *Pengendalian Walang sangit (Leptocorisa oratorius F.) Ramah Lingkungan di Tingkat Petani di Lahan Rawa Lebak*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan.
- Rahman. 2010. Major Pests of Oil Palm. <http://www.aarsb.com.my/wp-content/Publication/Newsletter/PDF/2010-Apr.pdf>, diakses 7/10/14.
- Rondelli VM, de Carvalho JR, Pratisoli D, Polanczyk RA, de Conte JR, de Alencar C, Zinger FD, Pereira SMA. 2012. Selection of Beauveria bassiana (Bals) Vuill. isolates for controlling *Sitophilus zeamais* (Mots.) (Coleoptera: Curculinidae). *IDESIA*. 30(3): 97-102.
- Ruberson JR. 2005. Parasitism of soybean looper *Pseudoplusia includens*, in Bollgard and non Bt cotton. Beltwide Cotton Conferences, New Orleans, Louisiana. 1539–1543. <http://commodities.caes.uga.edu/fieldcrops/cotton/rerpubs/2004/p137.pdf>.
- Safitri A, Herlinda S, Setiawan A. 2018. Entomopathogenic fungi of soils of freshwater swamps, tidal lowlands, peatlands, and highlands of South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*. 19 (6) : 2365–2373.
- Sahari B. 2012. *Struktur Komunitas Parasitoid Hymenoptera Di Perkebunan Kelapa Sawit, Desa Pandu Senjaya, Kecamatan Pangkalan Lada Kalimantan Tengah*. Disertasi: IPB
- Saranga AP, Daud ID. 1993. *Prospek Pemanfaatan Patogen Serangga untuk Pengendalian Serangga Hama di Sulawesi Selatan*. Prosiding Simposium Patologi Serangga I. Yogyakarta. 9 hlm.

- Schgal AK, Sagar A. 2006. In vitro isolation and influence of nutritional conditions on the mycelial growth of the entomopathogenic and medicinal fungus *Cordyceps militaris*. *Plant Pathology Journal*. 5(3): 315-321.
- Shepard M, Lawn RJ, Schneider MA. 1983. *Insect on Grant Legumes in Northern Australia a Survey of Potential Pests and their Enemies*. University of Queensland Press. St Lucia, London, New York. 19 p.
- Siburian NH. 2008. *Identifikasi parasitoid larva ulat api (Lepidoptera: Limacodidae) pada pertanaman kelapa sawit*. Skripsi (Tidak Dipublikasikan). Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Simanjuntak D, Susanto A, Prasetyo AE, Sebayang Y. 2011 *Setothosea asigna van Eecke*. Informasi OPT.
- Syed RA, Sankaran T. 1972. The natural enemies of bagworms on oil palms in Sabah, East Malaysia. *Pacific Insects*. 14 (1): 57-71.
- Thalib R, Fernando R, Khodijah, Meidalima D. Herlinda S. 2013. Patogenisitas isolat *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* asal tanah lebak dan pasang surut Sumatera Selatan untuk agens hayati *Scirpophaga incertulas*. *J. HPT Tropika* 13(1):10-18.
- Tanada Y, Kaya HK. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press, Inc., California.
- Wahyunendo, Y.D. 2002. *Sporulasi Cendawan Entomopatogen Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. pada Berbagai Media Alami dan Viabilitasnya di Bawah Pengaruh Suhu dan Sinar Matahari*. [Skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.
- Tilaar WD, Sembel DT, Rondonuwu SJ. 1987. *Pengaruh Cocopet pada Bunga Kelapa (L.) di Paniki*. Fakultas Pertanian, Unsrat Manado.
- Triapitsyn SV, Berezovskiy VV. 2004. Review of the genus *Anagrus* Haliday, 1833 (Hymenoptera: Mymaridae) in Russia, with Notes on some Extralimital Species. *Ear Eastern Entomol*. 139: 1-36
- Wahyu AS. 2004. *Pengembangan Cordyceps militaris Untuk Pengendalian UPDKS. PT. Smart Tbk*. Smart Research Institute.
- Yamamoto I, Sosromarsono S. 1985. *Ecological impact of pest management in Indonesia*. Tokyo Univ. of Agric. 84p.
- Yasin M, Mas'ud S, Talanca AH, Baco D. 2000. *Pengaruh Lama Penyimpanan Cendawan Beauveria bassiana dalam Pengendalian Penggerek Batang Jagung (Ostrinia furnacalis)*. Hasil Penelitian Hama dan Penyakit 2000. Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia Lainnya. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.