

Keanekaragaman Komunitas Artropoda Predator Tanaman Padi yang Aplikasi Boinsektisida Berbasis Jamur Entomopatogen Daerah Rawa Lebak Sumatera Selatan

Diversity of Predatory Arthropods Community in a Swamp Rice Field of South Sumatra Applied with a Beauveria bassiana-Based Bioinsecticide

Khodijah

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Palembang

Email: khodijahpasca@yahoo.com

ABSTRACT

Species diversity and abundance of canopy-inhabiting and soil-dwelling arthropods could be affected by pesticide application. Population and the intensity of the rice stem borer attack can influence pesticide application. This study aimed to examine the effect of the application of solid and liquid bio insecticide entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*-based formulations on species diversity and abundance of predatory arthropods in inhabiting paddy canopy and soil dwelling. The research was conducted in fresh-water swamp rice cultivation in Pelabuhan Dalam village, Pemulutan district, Ogan Ilir regency in South Sumatra, from Mei to Agustus 2012. The results showed that the application of liquid and solid bioinsecticida affected predatory arthropods diversity (H') at rice plant canopy. The highest effect was found in rice plant applied with liquid bio insecticide and the lowest effect with synthetic insecticides. Predatory arthropods diversity (H') in soil dwelling was the highest in rice plants applied with solid bioinsecticide and the lowest with synthetic insecticides

Key words: entomopathogenic fungi, bioinsecticide, tidal lowland

ABSTRAK

Keanekaragaman spesies dan kelimpahan populasi artropoda predator di tajuk dan permukaan tanah dapat dipengaruhi oleh aplikasi pestisida Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh aplikasi bioinsektisida berbasis jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* formulasi padat dan cair untuk terhadap keanekaragaman spesies, di tajuk dan permukaan tanah. Penelitian ini dilakukan pada pertanaman padi sawah lebak Desa Pelabuhan Dalam Kecamatan Pemulutan Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan, sejak bulan Mei 2012 sampai Agustus 2012. (Pengamatan artropoda predator diamati dengan penangkapan menggunakan jaring pada tajuk dan permukaan tanah *Pitfall traps*). Aplikasi bioinsektisida cair dan padat berbahan aktif jamur entomopatogen berpengaruh terhadap keanekaragaman spesies artropoda predator di tajuk dan permukaan tanah tanaman padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasikan bioinsektisida cair dan padat mempengaruhi keanekaragaman artropoda predator (H') di tajuk tanaman padi tertinggi terjadi pada lahan yang di aplikasikan bioinsektisida cair, dan yang terendah di lahan insektisida sintetik, Keanekaragaman artropoda predator (H') di permukaan tanah tanaman padi tertinggi terjadi pada lahan yang diaplikasikan bioinsektisida padat, dan yang terendah di lahan insektisida sintetik.

Kata kunci: populasi, intensitas serangan, bioinsektisida, pasang surut

PENDAHULUAN

Musuh alami seperti predator, parasitoid, dan patogen sangat berlimpah di ekosistem persawahan. Musuh alami seperti artropoda predator dapat hidup baik dalam kondisi persawahan yang selalu berupa akibat perilaku manusia dalam pengelolaan sawah.

Khodijah *et al.* (2012) menemukan beranekaragam laba-laba dan serangga predator. Laba-laba predator yang dominan ditemukan di lahan pasang surut Sumatera Selatan, yaitu *Pardosa pseudoannulata*, sedangkan serangga predator yang dominan adalah *Pheropsophus* spp.

Artropoda predator (serangga dan laba-laba) merupakan musuh alami penting dalam menekan populasi hama padi (wereng coklat dan penggerek batang) (Thalib *et al.* 2002). Artropoda predator yang telah terbukti efektif mengendalikan hama padi adalah laba-laba pemburu, misalnya *Pardosa pseudoannulata* dan kumbang Carabidae (Settle *et al.* 1996).

Jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* efektif membunuh serangga dari hampir semua ordo diantaranya ordo Lepidoptera (Herlinda *et al.* 2005a dan 2005b), Hemiptera (Herlinda *et al.* 2006), Coleoptera (Wright & Ramos, 2002).

Penelitian tentang keanekaragaman spesies artropoda penghuni tajuk dan permukaan tanah di rawah lebak Sumatera Selatan yang diaplikasikan bioinsektisida padat dan cair belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan menguji pengaruh aplikasi bioinsektisida formulasi padat dan cair terhadap keanekaragaman, kelimpahan spesies artropoda predator di tajuk dan permukaan tanah daerah rawa lebak.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilakukan di rawa lebak Kecamatan Pemulutan Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan. Dimulai pada bulan Mei sampai Agustus 2012 di rawa lebak Desa Pelabuhan Dalam Kecamatan Pemulutan Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan. Identifikasi serangga di tajuk dan

permukaan tanah dilakukan di Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, di Indralaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi (pengamatan) langsung di lapangan dengan pengambilan sampel diambil secara sengaja (*purposive sampling*). Penelitian ini menggunakan satu macam bioinsektisida cair dan padat terbaik hasil penelitian sebelumnya, selanjutnya diaplikasikan di rawa lebak di Pemulutan. Sawah tempat penelitian termasuk tipe lebak tengahan. Varietas padi yang ditanam pada areal penelitian adalah Mikonga. Luas sawah untuk petak contoh 3 ha, 1 ha diaplikasikan bioinsektisida padat, 1 ha diaplikasikan bioinsektisida cair, dan 1 ha insektisida sintetik. Suhu di persawahan berkisar antara 26–27°C dan kelembaban nisbi udara rata-rata 69–85%.

Aplikasi Bioinsektisida Cair dan Padat

Aplikasi bioinsektisida cair dengan dosis 4 L per ha yang disemprotkan pada tajuk tanaman padi setiap 10 hari sekali, dimulai 10 hari setelah tanam (hst). Penyemprotan bioinsektisida cair dilakukan dengan menggunakan *knapsack sprayer* (bervolume 15 L) dengan dosis 400 mL per ha. Penyemprotan dilakukan sebanyak 10 tangki *knapsack sprayer* per ha. Aplikasi bioinsektisida cair dilakukan sejak tanaman berumur 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 hari setelah tanam (hst). Penyemprotan dilakukan pada sore hari sekitar pukul 16:00 WIB.

Bioinsektisida padat diaplikasikan dengan cara ditaburkan pada permukaan tanah dengan dosis 100 Kg per ha. Aplikasi bioinsektisida padat dimulai sejak tanaman berumur 10, 40, dan 70 hst. Penaburan bioinsektisida padat juga dilakukan pada sore hari sekitar pukul 16:00 WIB.

Pengambilan Contoh Artropoda Predator di Tajuk

Artropoda predator penghuni tajuk diamati sesuai metode Herlinda & Effendy

(2003). Pengambilan contoh artropoda predator penghuni tajuk dilakukan dengan menggunakan jaring serangga. Pengambilan artropoda predator ini dilakukan sebanyak 20 ayunan jaring secara kontinu, per sub petak pada semua lokasi pengamatan dan dilakukan pada pukul 06.00–08.00 WIB. Setiap satu kali ayunan (kekiri dan kekanan) lalu serangga yang didapat langsung dimasukkan kedalam kantong plastik yang berisi formalin 2% begitu juga untuk ayunan ke dua dan seterusnya hingga ayunan ke dua puluh. Pengambilan serangga artropoda predator dilaksanakan dua hari setelah aplikasi bioinsektisida. Cara yang sama juga dilakukan dilahan insektisida sintetik. Artropoda predator yang tertangkap selanjutnya diidentifikasi di bawah mikroskop dan dihitung jumlahnya di Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Cara yang sama juga dilakukan di lahan insektisida sintetik.

Pengambilan Contoh Artropoda Predator di Permukaan Tanah

Pengambilan artropoda predator pada permukaan tanah menggunakan lubang jebakan (*pitfall traps*) seperti metode Price & Shepard (1980). Lubang jebakan (4 perangkap per subpetak) terbuat dari gelas plastik berdiameter 50 mm dan kedalaman 100 mm. Perangkap tersebut lalu diisi larutan formalin 4% sebanyak satu pertiga tinggi gelas. Pemasangan perangkap dimulai dua hari setelah aplikasi bioinsektisida. Perangkap lubang dipasang selama 2×24 jam. Artropoda predator yang tertangkap lubang jebakan disortasi, disaring dengan saringan ukuran pori 1 mm, dibilas dengan air steril, lalu dimasukkan kedalam botol vial berisi alkohol 70%, untuk selanjutnya diidentifikasi dibawah mikroskop dan dihitung jumlahnya di Laboratorium Entomologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Cara yang sama juga dilakukan di lahan insektisida sintetik. Identifikasi serangga predator dan laba-

laba didasarkan pada ciri morfologinya menggunakan Kalshoven (1981), Barrion & Litsinger (1994).

Analisis Data

Data keanekaragaman komunitas artropoda predator dianalisis dengan menentukan nilai indeks keanekaragaman spesies Shannon (H'), indeks dominasi spesies Berger-Parker (d) dan indeks pemerataan spesies dari Pielou (E) (Magurran, 1988).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman Komunitas Artropoda Predator

Indeks keanekaragaman artropoda yang aktif di tajuk pada umur 10-40 hst tanaman padi tertinggi di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida padat sebesar 2,82, di lahan bioinsektisida cair 2,62, dan yang terendah di lahan insektisida sintetik sebesar 2,49. Umur 50–80 hst tertinggi di lahan insektisida sintetik sebesar 2,88. Di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida padat sebesar 2,72, dan yang terendah di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida cair sebesar 2,62 (Tabel 1).

Indeks dominasi artropoda predator di tajuk tertinggi di lahan insektisida sintetik sebesar 0,22, di lahan aplikasi bioinsektisida cair sebesar 0,20, dan yang terendah di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida padat sebesar 0,17. Pada umur 50–80 hst indeks dominasi tertinggi di lahan insektisida sintetik sebesar 0,21, di lahan aplikasi bioinsektisida cair sebesar 0,21, dan yang terendah di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida padat sebesar 0,17. Indeks pemerataan tertinggi di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida cair pada umur 10–40 hst sebesar 0,93 dan yang terendah di lahan insektisida sintetik sebesar 0,86. Pada umur 50–80 hst tertinggi di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida cair sebesar 0,92, dan yang terendah di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida padat, dan di lahan insektisida sintetik.

Indeks keanekaragaman artropoda predator yang aktif di permukaan tanah pada umur 10-40 hst tertinggi di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida cair sebesar 2,66 dan yang terendah di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida padat sebesar 2,22. Pada umur 50-80 hst indeks keanekaragaman artropoda predator di lahan insektisida sintetik sebesar 2,83 dan yang terendah di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida padat (Tabel 1). Tingginya indeks keanekaragaman di permukaan tanah masing-masing umur tanaman padi dan lokasi tempat aplikasi menunjukkan pemberian bioinsektisida pada habitat artropoda predator mempengaruhi keanekaragaman artropoda predator. Selain itu juga tingginya indeks keanekaragaman artropoda predator pada lahan insektisida sintetik diduga pemakaian insektisida sintetik dalam mengendalikan hama pada tanaman padi sudah tidak mempengaruhi lagi juga tidak mempengaruhi artropoda predator di permukaan tanah. Hal ini berbeda dengan pendapat Widiarta *et al.* (2006), akibat dari terpaparnya insektisida di areal persawahan dapat menurunkan keanekaragaman spesies serangga. Indeks keanekaragaman artropoda tertinggi di sawah tanpa aplikasi insektisida, kemudian diikuti oleh sawah yang diaplikasi bioinsektisida dan yang terendah adalah sawah yang diaplikasi insektisida (Herlinda *et al.* 2008). Tingginya indeks keanekaragaman spesies serangga di sawah tanpa aplikasi insektisida karena di areal tersebut tidak pernah menggunakan bahan kimia dalam mengendalikan serangga yang mengganggu tanaman. Sawah yang diaplikasi insektisida sintetik indeks keanekaragaman spesiesnya rendah (Winasa & Rauf 2005).

Indeks dominasi (d) yang tertinggi di permukaan tanah tanaman padi umur 10–40 hst di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida cair sebesar 0,27, dan terendah di lahan insektisida sintetik sebesar 0,22, sedangkan umur 50–80 hst tertinggi di lahan insektisida sintetik sebesar 0,47, terendah di lahan bioinsektisida cair dan padat sebesar 0,26.

Indeks kemerataan yang tertinggi di permukaan tanah tanaman padi umur 10–40 hst di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida cair sebesar 0,92, lahan insektisida sintetik sebesar 0,90, dan yang terendah 0,89 di lahan bioinsektisida sintetik, umur tanaman padi 50–80 hst yang tertinggi di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida padat sebesar 0,97, lahan insektisida sintetik sebesar 0,96 dan yang terendah di lahan aplikasi bioinsektisida cair sebesar 0,89.

Hasil analisis berdasarkan kriteria Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener, keanekaragaman serangga predator yang aktif di permukaan tanah di rawa lebak Pemulutan menunjukkan bahwa aplikasi bioinsektisida mempengaruhi keanekaragaman spesies artropoda predator di ekosistem ini. Hal ini dapat dilihat dari nilai indeks keanekaragaman spesies serangga predator di lahan yang diaplikasikan bioinsektisida cair, padat, dan insektisida sintetik di tajuk dan permukaan tanah memiliki Indeks Keanekaragaman $H'1 < H' < 3$, artinya keanekaragaman spesies artropoda predator di tajuk dan permukaan tanah ialah sedang. Penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi bioinsektisida pada tanaman padi dalam menekan populasi PBP tidak terlalu berdampak terhadap keanekaragaman artropoda predator lainnya.

Pengurangan penggunaan bahan kimia pada lahan pertanian dapat melindungi keanekaragaman hayati (Letourneau dan Goldstein 2001). Pertanian tanpa menggunakan pestisida, herbisida dan pupuk anorganik dapat meningkatkan keanekaragaman hayati di lahan pertanian (Bengtsson *et al.* 2005). Penggunaan bioinsektisida pada lahan pertanian dapat mempengaruhi perilaku serangga hama dan tidak sampai mematikan (Wahid 2010).

Keanekaragaman artropoda predator pada pertanaman padi yang diaplikasikan bioinsektisida masih cukup tinggi, dan ini tidak akan berdampak negatif terhadap kestabilan suatu komunitas.

Keanekaragaman penting untuk menjaga kestabilan suatu komunitas. Stabilitas dan memperbaiki ekosistem Keanekaragaman spesies yang diuji berarti (Wilby & Thomas 2002). Stabilitas ialah suatu komunitas itu akan relatif stabil kemampuan suatu populasi atau ekosistem walaupun terjadi gangguan terhadap kembali ke keadaan semula setelah terjadi komunitas itu (Karmana 2010). gangguan ekosistem (Untung 2006). Keanekaragaman menunjukkan indikator

Tabel 1. Karakteristik komunitas artropoda predator yang aktif di tajuk tanaman padi umur hari setelah tanam (hst)

Karakteristik komunitas	Umur padi (hst)							
	10	20	30	40	50	60	70	80
Bioinsektisida Cair								
Jumlah individu (N) (ekor)	113	97	128	150	149	140	141	114
Jumlah spesies	14	15	21	17	21	18	14	19
Indeks Keanekaragaman (H')	2,42	2,35	2,03	2,62	2,62	2,56	2,42	2,59
Indeks Doiminasi spesies (d)	0,16	0,19	0,20	0,19	0,21	0,17	0,18	0,17
Indeks Kemerataan (E)	0,92	0,87	0,67	0,93	0,86	0,89	0,92	0,88
Bioinsektisida Padat								
Jumlah individu (N) (ekor)	125	149	136	165	142	150	160	175
Jumlah spesies	15	22	20	22	20	20	20	20
Indeks Keanekaragaman (H')	2,43	2,76	2,69	2,82	2,72	2,64	2,62	2,63
Indeks Doiminasi spesies (d)	0,16	0,15	0,17	0,12	0,17	0,17	0,16	0,14
Indeks Kemerataan (E)	0,89	0,89	0,89	0,91	0,91	0,88	0,87	0,88
Insektisida Sintetik								
Jumlah individu (N) (ekor)	53	97	161	152	169	155	124	158
Jumlah spesies	19	17	17	18	26	24	22	24
Indeks Keanekaragaman (H')	2,31	2,43	2,31	2,49	2,85	2,89	2,70	2,65
Indeks Doiminasi spesies (d)	0,17	0,22	0,15	0,14	0,14	0,13	0,19	0,21
Indeks Kemerataan (E)	0,78	0,86	0,82	0,86	0,88	0,91	0,87	0,83

Keterangan: hst= hari setelah tanam

Tabel 2. Karakteristik komunitas arthropoda predator yang aktif di permukaan tanah tanaman padi umur hari setelah tanam (hst)

Karakteristik Komunitas	Umur padi (hst)							
	10	20	30	40	50	60	70	80
Bioinsektisida Cair								
Jumlah individu (N) (ekor)	101	175	104	78	49	63	57	61
Jumlah spesies	15	20	18	18	16	13	11	13
Indeks Keanekaragaman (H')	2,44	2,15	2,51	2,66	2,40	2,25	2,00	2,29
Indeks Doiminasi spesies (d)	0,18	0,27	0,27	0,15	0,22	0,25	0,25	0,26
Indeks Kemerataan (E)	0,89	0,72	0,88	0,92	0,86	0,88	0,83	0,89
Bioinsektisida Padat								
Jumlah individu (N) (ekor)	45	58	45	51	43	49	32	38
Jumlah spesies	14	16	11	10	16	12	8	10
Indeks Keanekaragaman (H')	1,99	2,04	2,22	2,04	2,12	2,32	2,01	2,19
Indeks Doiminasi spesies (d)	0,24	0,24	0,26	0,24	0,26	0,16	0,19	0,16
Indeks Kemerataan (E)	0,76	0,89	0,89	0,89	0,89	0,94	0,97	0,95
Insektisida Sintetik								
Jumlah individu (N) (ekor)	74	119	78	63	124	101	84	76
Jumlah spesies	13	16	16	16	14	20	19	18
Indeks Keanekaragaman (H')	2,11	2,15	2,41	2,55	1,85	2,11	2,83	2,69
Indeks Doiminasi spesies (d)	0,20	0,22	0,22	0,16	0,12	0,47	0,13	0,19
Indeks Kemerataan (E)	0,82	0,78	0,88	0,90	0,70	0,70	0,96	0,93

Keterangan: hst= hari setelah tanam

KESIMPULAN

Aplikasi bioinsektisida cair dan padat berbahan aktif jamur entomopatogen berpengaruh keanekaragaman spesies dan kelimpahan populasi arthropoda predator di tajuk dan permukaan tanah tanaman padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di lahan rawa lebak aplikasikan bioinsektisida cair dan padat dapat mempengaruhi keanekaragaman arthropoda predator (H') di tajuk tanaman padi tertinggi terjadi pada lahan yang di aplikasikan bioinsektisida cair, dan yang terendah di lahan insektisida sintetik, Keanekaragaman arthropoda predator (H') di permukaan tanah tanaman padi tertinggi terjadi pada lahan yang diaplikasikan bioinsektisida padat, dan yang terendah di lahan insektisida sintetik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh DP2M sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Hibah Disertasi Doktor Universitas Sriwijaya Nomor: 0016/UN9.4.2/LK.ULP/ 2012 tanggal 7 September 2012. Terimakasih kepada Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda MSi selaku Promotor,

Dr. Ir. Chandra Irsan MSi dan Dr. Ir. Yulia Pujiastuti MS selaku Co-Promotor I dan II. Atas bimbingan dan arahannya artikel ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bengtsson JB, Ahnstrom J, Weibull AC. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 42:261–269.
- Barrion AT, Litsinger JA. 1994. Taxonomy of Rice Insect Pest and Their Arthropod Parasites and Predators, In Heinrichs EA (ed), *Biology and Management of Rice Insect*, Wiley Eastern Limited, New Delhi p,13–362.
- Herlinda S. Sari EM, Pujiastuti Y, Suwandi, Nurnawati E, Riyanto A. 2005a. Variasi virulensi strain-strain *Beauveria bassiana* (Bals.)Vuill.Terhadap larva *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Agritrop* 24;52–57
- Herlinda S, Pujiastuti Y, Pelawi J, S Riyanto A, Nurnawati E, Suwandi. 2005b. Patogenisitas isolat-isolat

- Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Terhadap larva *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Agrotrop* 24:52–57.
- Herlinda S, Hamadiyah, Adam T, Thalib R. 2006. Toksisitas Isolat-isolat *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Terhadap Nimfa *Euryderma pulchrum* (Westw.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Agria* 2(2): 70–78.
- Herlinda S, Hartono, Irsan C. 2008. Efikasi Bioinsektisida formulasi cair berbahan aktif *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill dan *Metarhizium* sp. Pada wereng punggung putih (*Sogatella furcifera* Horv.). Seminar Nasional dan Kongres PATPI 2008, Palembang 14–16 Oktober 2008.
- Karmana IW. 2010. Analisis keanekaragaman epifauna dengan metode koleksi pitfall trap di kawasan hutan Cagar Malang. *Gane Swara*. 4:1–5.
- Letourneau DK, Goldstein B. 2001. Pest damage and arthropod community structure in organic vs. conventional tomato production in California. *J. Appl. Ecology*. 38:557–570.
- Maguran AE, 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Cambridge University Press, Cambridge. 179 pp.
- Price JF, Shepard M. 1980. Sampling ground predators in soybean fields, p. 530-543. In: M. Kogan & D. C. Herzog (eds.). *Sampling Methods in Soybean Entomology*. Springer-Verlag. New York.
- Settle WH, Ariawan H, Astuti ET, Cahyana W, Hakim AL, Hindayana D, Lestari AS, Pajarningsih. 1996. Managing tropical rice pest through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology*. 77:1975–1988.
- Thalib R, Efendi, Herlinda S. 2002. Struktur Komunitas dan Potensi Artropoda Predator Hama Padi Penghuni Ekosistem Sawah Dataran Tinggi Daerah Lahat. Sumatera Selatan. Prosiding Seminar Nasional dalam Rangka Dies Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya dan Peringatan Hari Pangan Sedunia. Palembang 7–8 Oktober 2002.
- Untung K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu (edisi kedua). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 348 hal.
- Wahid A. 2010. Efikasi bioinsektisida dan kombinasinya terhadap serangan hama ulat kantong *Pagodiella* spp. pada bibit mangrove *Rhizophoraspp.* di persemaian. *J. Agroland*. 17:162–168.
- Widiarta IN, Kusdianan, Suprihanto. 2006. Keanekaragaman arthropoda pada padi sawah dengan pengelolaan tanaman terpadu, *JHPTT* 6:61–69.
- Wilby A, Thomas MB. 2002. Are the ecological concepts of assembly and function of biodiversity useful frameworks for understanding natural pest control. *Agric. Forest. Entomol.* 4:237–243.
- Winasa IW, Rauf A. 2005. Pengaruh sampling aplikasih deltametrin terhadap arthropoda predator penghuni permukaan tanah di pertanaman kedelai. *J. Entomol. Indo*. 2:39–47.