



AGROMIX

Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian, Universitas Yudharta Pasuruan
pISSN (Print): 2085-241X; eISSN (Online): 2599-3003
Website: <https://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/agromix>

Pengaruh perlakuan refugia dan jarak tanam kedelai terhadap keragaman musuh alami

The effect of refugia treatment and soybean plant spacing on natural enemy diversity

*Emerensiana Uge¹, Kurnia Paramita Sari², Eriyanto Yusnawan¹, Alfi Inayati¹

¹ Pusat Riset Tanaman Pangan, Organisasi Riset Pertanian dan Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional Cibinong Science Center-Botanical Garden, Jl. Raya Jakarta-Bogor No. KM.46, Cibinong, Bogor Regency, 16911

² Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Aneka Kacang, Malang, Jl. Raya Kendalpayak km 8, PO Box 66 Malang, East Java, Indonesia 65101

*Email korespondensi: rensi.uge23@gmail.com

ABSTRACT

Article history

Received : December 20, 2022

Accepted : May 23, 2023

Published : September 30, 2023

Keyword

Soybean; plant spacing; natural enemy; refugia

Introduction: Soybean cultivation is inseparable from the attack of plant pests. Control of soybean pests, which generally use synthetic pesticides, negatively impacts food products, environmental health, and ecosystem sustainability. Planting flowering plants around bunds can be useful in increasing the diversity of natural enemies because they can attract and serve as microhabitats for natural enemies. This research to obtain the effect of refugia treatment and soybean spacing on the diversity of natural enemies in soybean plantations. **Methods:** The study was designed in randomized block design, consisting of refugia and non-refugia treatments and plant spacing of 40 cm x 25 cm (J1) and 50 cm x 25 cm (J2), which was repeated three times. Sampling was carried out in the vegetative and generative phases, using yellow traps and pitfalls installed in the field for 24 hours. **Results:** The results showed that the most trapped natural enemy families were in the refugia treatment. The total number of trapped natural enemies was highest in the vegetative and generative phases, namely in the refugia and 2 spacing treatments (R-J2). The family of Braconidae order Hymenoptera and the group of parasitoids had the highest numbers in the refugia and non-refugia treatments. The value of the Diversity Index (H') in the refugia treatment and both plant spacings in the two growth phases was moderate, while in the non-refugia treatment, the two plant spacings and both growth phases were small and medium. Generally, the evenness index (D) value for all treatments is known to be small and medium. **Conclusion:** Refugia treatment and plant spacing affect the number of natural enemy populations, which is expected to suppress the development of pests in soybean cultivation.

ABSTRAK

Riwayat artikel

Dikirim : 20 Desember, 2022

Ditetujui : 23 Mei, 2023

Diterbitkan : 30 September, 2023

Kata kunci

Kedelai; jarak tanam; musuh alami; refugia

Pendahuluan: Budidaya kedelai tidak terlepas dari kendala serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Pengendalian OPT kedelai, yang umumnya menggunakan pestisida sintetik memberikan dampak negatif terhadap produk pangan, kesehatan lingkungan dan keberlanjutan ekosistem. Menanam tumbuhan berbunga di sekitar pematang dapat berguna meningkatkan keragaman musuh alami, karena mampu menarik dan menjadi mikrohabitat bagi musuh alami. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh perlakuan refugia dan jarak tanam kedelai terhadap keragaman musuh alami di pertanaman kedelai. **Metode:** Penelitian dirancang menggunakan rancangan acak kelompok, yang terdiri dari perlakuan refugia dan non refugia dan jarak tanam 40 cm x 25 cm (J1) dan 50 cm x 25 cm (J2), yang diulang sebanyak tiga kali. Pengambilan sampel dilakukan di fase vegetatif dan generatif, menggunakan perangkap kuning dan *pitfall* yang dipasang di lahan selama 24 jam. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah famili musuh alami terperangkap terbanyak yakni pada perlakuan refugia. Jumlah total musuh alami terperangkap tertinggi pada fase vegetatif dan generatif yakni pada perlakuan refugia dan jarak tanam 2 (R-J2). Famili Braconidae, Ordo Hymenoptera dan kelompok parasitoid memiliki jumlah tertinggi pada perlakuan refugia dan non refugia. Nilai Indeks Keanekaragaman (H') pada perlakuan refugia dan kedua jarak tanam pada kedua fase pertumbuhan adalah sedang, sedangkan pada perlakuan non refugia pada kedua jarak tanam dan kedua fase pertumbuhan adalah kecil dan sedang. Secara umum diketahui nilai indeks kemerataan (D) semua perlakuan adalah kecil dan sedang. **Kesimpulan:** Perlakuan refugia dan jarak tanam mempengaruhi jumlah populasi musuh alami, yang mana diharapkan dapat menekan perkembangan OPT pada pertanaman kedelai.

Sitasi: Uge, E., Sari, K. P., Yusnawan, E., & Inayati, A. (2023). Pengaruh perlakuan refugia dan jarak tanam kedelai terhadap keragaman musuh alami. *Agromix*, 14(2), 189-198. <https://doi.org/10.35891/agx.v14i2.3576>

PENDAHULUAN

Budidaya kedelai tidak terlepas dari kendala serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Beberapa hama utama pada tanaman kedelai adalah ulat grayak (*Spodoptera litura*), kutu kebul (*Bemisia tabaci*), kumbang daun (*Phaedonia inclusa*), lalat kacang (*Ophiomyia phaseoli*), kumbang daun (*Phaedonia inclusa*), kutu daun (*Aphis glycines*), ulat jengkal (*Chrysodeixis chalcites*), dan ulat buah (*Helicoverpa armigera*), sedangkan penyakit utama adalah penyakit karat (*Phakopsora pachyrhizi*), Downy Mildew (*Peronospora manshurica*), antraknos (*Colletotrichum dematium*, *C. destructivum*), rebah kecambah (*Rhizoctonia solani*), hawar batang (*Sclerotium rolfsii*), bercak biji ungu (*Cercospora kikuchii*), dan penyakit yang disebabkan oleh virus *Soybean mosaic virus*, *Cowpea mild mottle virus*, *Soybean stunt virus*, dan lainnya (Marwoto dkk., 2017). Pengendalian OPT kedelai, umumnya menggunakan pestisida sintetik. Dampak penggunaan pestisida sintetik terhadap produk pangan saat ini menjadi perhatian penting, khususnya bagi kesehatan konsumen dan aplikator di lapang, serta kesehatan ekosistem pertanian.

Penerapan sistem pengendalian OPT non pestisida dapat dilakukan dengan memadukan beberapa teknologi budidaya, salah satunya dengan pemanfaatan musuh alami. Keberadaan dan kelimpahan musuh alami dalam suatu ekosistem dapat dilakukan dengan manipulasi habitat, salah satunya dengan menanam tumbuhan berbunga yang berfungsi sebagai sumber pakan dan inang alternatif bagi musuh alami (Kurniawati & Edhi, 2015). Pemanfaatan musuh alami baik predator maupun parasitoid merupakan salah satu teknik yang banyak dikembangkan di tanaman pangan maupun hortikultura. Refugia merupakan area tumbuhan gulma yang tidak mengganggu, karena perannya sebagai mikrohabitat bagi musuh alami hama, seperti predator dan parasitoid, serta mendukung komponen interaksi biotik pada ekosistem, seperti polinator atau serangga penyerbuk yang mana berpengaruh terhadap biodiversitas dan kelimpahan serangga (Keppel dkk., 2012; Heong dkk., 2014). Tanaman refugia memiliki peran dalam ekologi yakni menjadi habitat serangga herbivor (54,14 %), pollinator (28,72 %), dan predator (17,13 %) (Keppel dkk., 2012). Hal ini dikarenakan warna bunga tanaman mampu menarik musuh alami dan menjadi mikrohabitat bagi musuh alami, selain itu juga tanaman refugia juga menyediakan nektar yang mana secara tidak langsung mempengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan dari musuh alami (Kurniawati & Martono, 2015; Rahardjo dkk., 2018).

Penanaman refugia di pinggir lahan dapat dilakukan untuk memenuhi hal tersebut. Selain bertujuan untuk mendapatkan hasil produksi sampingan, penanaman tanaman di pinggir lahan dapat berfungsi sebagai sumber makanan bagi imago baik parasitoid maupun predator dan tempat berlindung sementara (Pujiastuti dkk., 2015). Hal lain yang juga mempengaruhi adalah cara tanam dan dosis pemupukan. Momtaz dkk. (2019) dan Khan dkk. (2020) menyatakan bahwa jarak tanam mempengaruhi perkembangan serangga hama dan hasil produksi tanaman. Kajian terkait perlakuan jarak tanam kedelai terhadap keragaman musuh alami masih sangat sedikit dikaji. As'ari dkk. (2019) menyatakan bahwa perbedaan jarak tanam kedelai berpengaruh nyata terhadap keragaman serangga hama, namun tidak berpengaruh terhadap musuh alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh jarak tanam kedelai dan perlakuan refugia terhadap keragaman musuh alami di pertanaman kedelai. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi informasi terkait teknik budidaya yang mendukung keragaman dan populasi musuh alami di lahan pertanaman kedelai.

METODE

Alat dan bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, minyak, aquades, pewangi, dan alkohol 70%. Alat yang digunakan adalah paket *pitfall* (gelas plastik dan penutup gelas dari aluminium), perangkap kuning, mikroskop binokuler, kuas kecil, spidol, tisu, kertas label, botol sampel, kantong plastik, kamera. Tanaman berbunga untuk refugia yang digunakan adalah bunga kenikir (*Cosmos caudatus*), bunga matahari (*Helianthus annuus*), kembang kertas (*Zinnia* sp), bunga *butter daisy* (*Melampodium paludosum*).

Tempat pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di IP2TP Kendalpayak, Malang, sedangkan identifikasi dilaksanakan di Laboratorium Hama, Balai Penelitian Aneka Kacang dan Umbi. Penelitian dilaksanakan dari bulan Agustus sampai dengan Desember 2021.

Metode yang digunakan

Pengambilan sampel dilakukan di fase vegetatif dan fase generatif. Pengambilan sampel menggunakan perangkap kuning (*Yellow Trap*) dan *pitfall* yang dipasang di lahan pada pagi hari dan dibiarkan selama 24 jam. Cara pemasangan perangkap kuning yaitu perangkap yang telah dioleskan minyak, ditempatkan pada 5 titik di setiap bedengan pertanaman kedelai dan diulang sebanyak 3 kali. Perangkap kuning diambil kembali setelah 24 jam pemasangan dan sampel dimasukkan dalam kantong sampel dan diamati di bawah mikroskop. Pemasangan perangkap *Pitfall* yaitu bagian gelas plastik yang telah diisi dengan cairan sabun ditempatkan ke dalam tanah, sampai batas atas permukaan gelas sejajar permukaan tanah. Kemudian permukaan gelas ditutup dengan penutup aluminium. Perangkap diambil

setelah 24 jam pemasangan dan serangga dikoleksi dalam botol sampel yang berisi alkohol 70% untuk diamati di laboratorium. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah jumlah serangga musuh alami yang terperangkap pada masing-masing perlakuan.

Rancangan percobaan

Penelitian dilaksanakan pada pertanaman kedelai varietas Denasa 1. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok, terdiri dari dua faktor yakni perlakuan refugia dan jarak tanam yang diulang sebanyak tiga kali. Kombinasi perlakuan ditampilkan pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Kombinasi perlakuan refugia dan jarak tanam

No	Perlakuan	Kode Perlakuan
1	Refugia dan jarak tanam 40 cm x 15 cm	R-J1
2	Refugia dan jarak tanam 50 cm x15 cm	R-J2
3	Non Refugia dan jarak tanam 40 cm x 15 cm	NR-J1
4	Non Refugia dan jarak tanam 50 cm x15 cm	NR-J2

Keterangan: R= Perlakuan refugia, NR= non refugia, J1: jarak tanam 40 cm x 15 cm, J2: jarak tanam 50 cm x 15 cm

Pemupukan sesuai umur tanaman dan pengendalian OPT dilaksanakan setelah pemantauan, apabila tanaman ditemukan terserang OPT.

Analisa Data

Indeks keanekaragaman

Keanekaragaman dan kelimpahan musuh alami diukur dengan menggunakan indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*. Indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* menggunakan rumus menurut Magurran (1996) dan Krebs (1989).

$$H = \sum_{i=1}^2 p_i (\log \log e. p_i)$$

Keterangan:

H' = Indeks Keragaman

Pi = Proporsi spesies ke-i dalam komunitas

ni = Kelimpahan individu morfospesies ke-i

N = Jumlah total individu semua spesies

Kriteria Indeks keragaman menurut *Shannon-Wiener*:

- H' < 1 = Keanekaragaman spesiesnya rendah, penyebaran jumlah individu tiap spesies atau genera rendah, kestabilan komunitas rendah dan keadaan perairan telah tercemar berat
- 1 < H' < 3 = Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap spesies atau genera sedang, kestabilan komunitas sedang dan keadaan perairan telah tercemar sedang
- H' > 3 = Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies atau genera tinggi dan perairannya masih bersih/belum tercemar

Indeks pemerataan morfospesies

Kemerataan morfospesies serangga diukur dengan menggunakan indeks pemerataan *Simpson's* yaitu mengukur proporsi masing-masing spesies dalam suatu populasi di tempat dan waktu tertentu. Indeks pemerataan *Simpson's* menggunakan rumus menurut Krebs (1989):

$$D = 1 - \sum_{i=1}^2 p_i^2$$

Keterangan:

D = indeks pemerataan *Simpson's*

Pi = Proporsi individu morfospesies ke-i

Nilai indeks pemerataan berkisar antara 0-1 dengan kategori sebagai berikut:

0 < D < 0,4 : Kemerataan kecil, komunitas tertekan

0,4 < D < 0,6 : Kemerataan sedang, komunitas labil

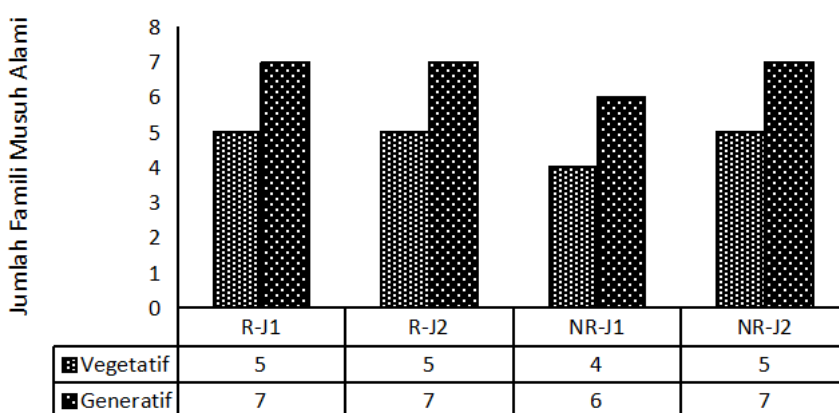
0,6<D<1,0 : Kemerataan tinggi, komunitas stabil

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelimpahan famili musuh alami

Musuh alami merupakan kelompok yang memegang peranan penting dalam ekosistem, karena perannya dalam mengendalikan hama. Hasil pengamatan di pertanaman kedelai dengan perlakuan refugia dan jarak tanam menunjukkan bahwa terjadi perbedaan jumlah famili musuh alami yang terperangkap pada masing-masing perlakuan. Perlakuan refugia secara umum menghasilkan jumlah famili musuh alami yang terperangkap lebih tinggi, dibandingkan perlakuan non refugia. Perlakuan jarak tanam menunjukkan bahwa jarak tanam 50 cm x 15 cm (J2) menghasilkan jumlah famili musuh alami terperangkap lebih tinggi dibandingkan jarak tanam 40 cm x 15 cm (J1). Pada pengamatan ini juga ditemukan bahwa jumlah musuh alami terperangkap lebih tinggi pada fase pertumbuhan generatif dibandingkan fase pertumbuhan vegetatif (gambar 1).

Perlakuan refugia dan jarak tanam 40 cm x 15 cm (J1) dan 50 cm x 15 cm (J2) di fase vegetatif menunjukkan total famili musuh alami terperangkap pada masing-masing perlakuan sebanyak 5 famili, dan pada fase generatif masing-masing sebanyak 7 famili. Pada perlakuan non-refugia dan jarak tanam 40 cm x 15 cm (J1) dan 50 cm x 15 cm (J2) menunjukkan total musuh alami terperangkap masing-masing perlakuan sebanyak 4 dan 5 famili, sedangkan pada fase generatif masing-masing sebanyak 6 dan 7 famili (gambar 1).



Gambar 1. Pengaruh perlakuan refugia dan jarak tanam terhadap jumlah famili musuh alami terperangkap

Hardiansyah dkk. (2021) menyatakan bahwa peningkatan aktivitas musuh alami sangat berhubungan erat dengan keberadaan tanaman refugia. Refugia merupakan area di lahan pertanian yang menjadi tempat berlindung, penyedia makan dan sumber daya lainnya bagi serangga bermanfaat, baik predator maupun parasitoid. Selain refugia, dukungan dalam sistem budidaya organik juga dapat menjadi dukungan dalam pelestarian mikroorganisme dan serangga bermanfaat, serta flora dan fauna yang mengarah pada peningkatan kekayaan spesies (Abidin dkk., 2019; Abidin dkk., 2020). Hal ini juga telah dijelaskan Karenina dkk. (2019), bahwa keberadaan serangga predator akan lebih tinggi pada tanaman refugia, dibandingkan perlakuan tanpa refugia, karena habitat ini sangat sesuai sebagai tempat hidup predator. Beberapa penelitian juga telah menguji manfaat penanaman beberapa jenis gulma dan tanaman liar untuk menarik arthropoda (Maisyaroh dkk., 2012; Leksono dkk., 2018).

Pada umumnya perlakuan jarak tanam berpengaruh terhadap kelimpahan serangga musuh alami. Penanaman jarak dekat mempengaruhi peningkatan jumlah populasi serangga musuh alami, termasuk serangga herbivor. Beberapa laporan juga menyatakan bahwa kejadian serangan hama lebih tinggi pada metode penanaman jarak dekat, namun demikian pemilihan jarak tanam ini, masih menjadi pilihan petani (Gopalakrishna, 1979). Pada penelitian ini ditemukan bahwa perlakuan refugia dan non refugia pada jarak tanam 40 cm x 15 cm dan 50 cm x 15 cm, secara umum tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap jumlah famili musuh alami yang terperangkap, yang mana sejalan dengan pernyataan Oyediran dkk. (1999).

Pada penelitian ini, tanaman refugia ditanam dua minggu lebih awal dibandingkan tanaman kedelai, dan pada kondisi ini jumlah daun kedelai berkisar 4-6 daun, sehingga kerapatan tanaman sangat rendah dibandingkan pada fase generatif (Gambar 2a dan 2b). Hal ini diduga menjadi salah satu faktor pendukung, sehingga jumlah famili musuh alami yang terperangkap lebih tinggi pada fase generatif dibandingkan pada fase vegetatif.



Gambar 2. Perlakuan refugia dan jarak tanam; a) fase vegetatif dan b) fase generatif tanaman kedelai

Jenis dan jumlah musuh alami

Hasil pengamatan jenis dan jumlah musuh alami yang terperangkap pada perlakuan refugia dan jarak tanam pada dua fase pertumbuhan menunjukkan keberadaan kelompok serangga yang berperan sebagai parasitoid, predator, dan pollinator. Secara keseluruhan diketahui bahwa jenis dan jumlah serangga terperangkap pada perlakuan refugia pada jarak tanam 50cm x 15 cm (J2) lebih tinggi dibandingkan perlakuan refugia jarak tanam 40 cm x 15 cm (J1), dan perlakuan non refugia jarak tanam 40 cm x 15 cm (J1) dan 50 cm x 15 cm (J2) (Tabel 1).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada fase vegetatif jumlah populasi musuh alami tertinggi adalah serangga parasitoid dari Famili *Braconidae*, Ordo *Hymenoptera* sebanyak 140 ekor, sedangkan jumlah populasi terendah yakni serangga predator dari famili *Libellulidae*, ordo *Odonata* sebanyak 2 ekor. Pada fase generatif populasi musuh alami tertinggi pada serangga parasitoid famili *Braconidae*, ordo *Hymenoptera* sebanyak 35 ekor dan populasi terendah adalah serangga predator famili *Pompilidae*, ordo *Hymenoptera* sebanyak 4 ekor (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis dan Jumlah musuh alami pada pertanaman kedelai dengan perlakuan refugia dan non refugia pada jarak tanam 40 cm x 15 cm dan 50 cm x 15 cm

Fase Pertumbuhan Tanaman	Ordo	Famili	Peran	Perlakuan				Jumlah (ekor)
				Refugia		Non-refugia		
				J1	J2	J1	J2	
Vegetatif	<i>Hymenoptera</i>	<i>Braconidae</i>	Parasitoid	33	60	43	36	172
		<i>Trichogrammatidae</i>	Parasitoid	10	20	3	1	34
	<i>Coleoptera</i>	<i>Coccinellidae</i>	Predator	5	6	5	4	20
	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	Predator	0	0	2	0	2
	<i>Diptera</i>	<i>Syrphidae</i>	Pollinator	12	5	0	1	18
		<i>Araneidae</i>	Predator	4	7	0	13	24
	Jumlah				67	98	53	55
Generatif	<i>Hymenoptera</i>	<i>Braconidae</i>	Parasitoid	10	12	4	9	35
		<i>Trichogrammatidae</i>	Parasitoid	6	9	2	4	21
		<i>Formicidae</i>	Predator	4	5	6	1	16
		<i>Pompilidae</i>	Predator	4	0	0	0	4
	<i>Coleoptera</i>	<i>Coccinellidae</i>	Predator	11	15	3	3	32
	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	Predator	4	4	2	4	14
	<i>Diptera</i>	<i>Syrphidae</i>	Pollinator	0	6	2	5	13
	<i>Araneae</i>	<i>Araneidae</i>	Predator	3	6	0	3	12
	Jumlah				42	57	19	29
Total musuh alami pada fase vegetatif dan generatif				106	155	72	84	147

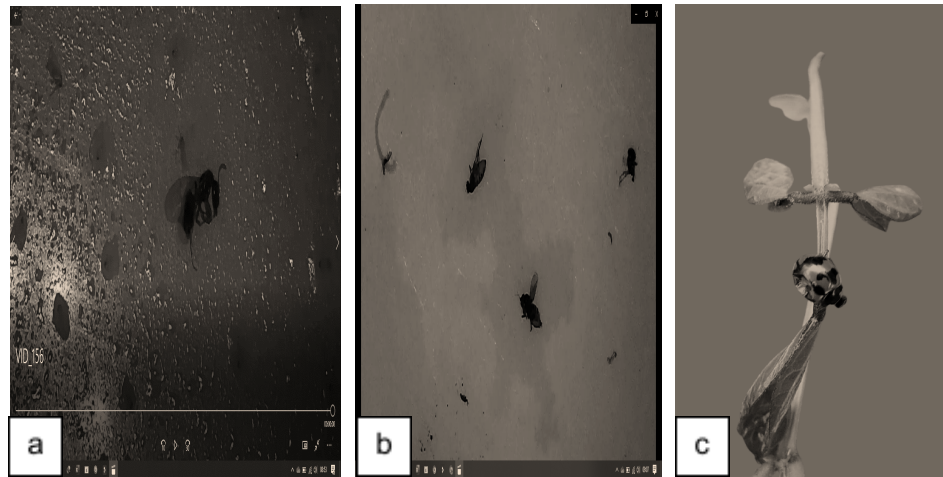
Sumber: Data Primer Diolah (2022)

Braconidae, *Trichogrammatidae*, dan *Coccinellidae* merupakan kelompok famili serangga yang jumlah populasinya tertinggi pada penelitian ini (gambar 3). Hal ini diduga sangat berhubungan erat dengan ekosistem pertanaman kedelai dan keberadaan serangga herbivor kedelai, sebagai inangnya. *Braconidae* memiliki peran dalam ekosistem sebagai parasit herbivor. Famili *Braconidae* merupakan endoparasitoid primer pada larva *Lepidoptera*, *Coleoptera* dan *Diptera* dan tergolong ke dalam jenis parasitoid yang spesifik inang (Shaw, 2006; Gould dan Duan, 2013; Duan dkk., 2014; Gervasano dkk., 2017). Keberadaan serangga inang parasit akan memacu kedatangan serangga parasit pada lingkungan tersebut.

Trichogrammatidae merupakan parasitoid telur primer pada beberapa inang serangga, diantaranya kelompok *Diptera*, *Coleoptera*, *Hymenoptera*, dan *Neuropteran* (Iranipour dan Vaez, 2021). *Trichogrammatidae* diketahui selain

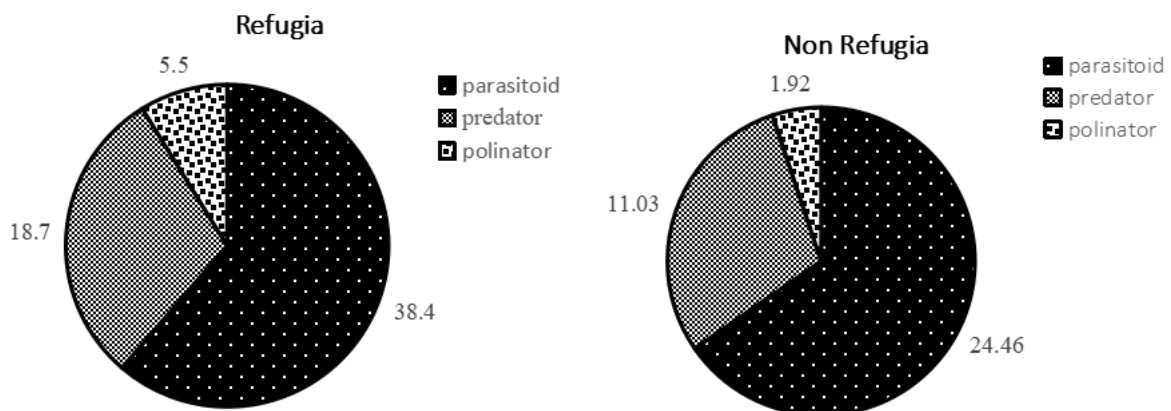
memparasit telur, juga membunuh inang pada fase peneluran (Masry & El-Wakeil, 2019). Penelitian terkait efektivitas *Trichogramma* juga telah dilakukan pada hama kelompok *Lepidoptera* pada tanaman kedelai (Liao dkk., 2019; Basso dkk., 2020; Karimoune dkk., 2020). Namun demikian parasitisme serangga ini dilaporkan dapat menurun pada kondisi terpapar bahan kimia dari pestisida (Jalali dkk., 2016; de Paiva dkk., 2018; Uge dkk., 2021).

Coccinellidae diketahui merupakan salah satu predator kutu daun Aphid pada tanaman kedelai. Zhu dan Park (2005) melaporkan bahwa terjadi peningkatan populasi serangga *Coccinella septempunctata* di lahan kedelai di mana kutu kedelai lebih tinggi, dibandingkan dengan pertanaman dengan serangan rendah. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan serangga musuh alami selalu berhubungan dengan keberadaan herbivor sebagai inangnya.



Gambar 3. Musuh alami a) famili *Braconidae*, b) famili *Trichogrammatidae* dan c) famili *Coccinellidae*

Komposisi serangga musuh alami yang ditemukan berdasarkan peran didominasi oleh kelompok parasitoid. Komposisi ini dilihat secara keseluruhan pada perlakuan refugia dan non refugia yang meliputi perbedaan jarak tanam dan fase pertumbuhan tanaman. Proporsi parasitoid pada perlakuan refugia lebih tinggi 38,4% dibandingkan non refugia 24,46%. Persentase serangga predator pada perlakuan refugia lebih tinggi 18,7% dibandingkan perlakuan non refugia 11,03%. Hal ini juga terjadi pada komposisi polinator, dimana pada perlakuan refugia lebih tinggi yakni 5,5% dan non refugia 1,92% (Gambar 4). Hasil penelitian ini, dapat menggambarkan bahwa musuh alami lebih banyak terdapat pada tanaman kedelai dengan perlakuan refugia dibandingkan tanaman kedelai tanpa perlakuan refugia. Pudjiastuti dkk. (2015) menyatakan bahwa suatu konsep pemecahan masalah yang dapat diterapkan dalam pengendalian hama adalah dengan cara menanam tanaman yang digunakan sebagai refugia sehingga konservasi predator dapat terus terjaga.



Gambar 4. Perbandingan komposisi serangga musuh alami pada perlakuan refugia dan non refugia

Keanekaragaman dan pemerataan musuh alami

Indeks keanekaragaman jenis (H') bertujuan untuk mengetahui struktur dan stabilitas suatu komunitas. Indeks keanekaragaman jenis perlakuan refugia jarak tanam 40 cm x 15 cm dan 50 cm x 15 cm pada penelitian ini yakni berkriteria sedang pada fase vegetatif ($J1 = 1,51, J2 = 1,10$) dan berkriteria sedang pada fase generatif ($J1 = 1,47, J2 =$

1,84), sedangkan pada perlakuan non refugia menunjukkan kriteria kecil pada fase vegetatif ($J_1=0,67$, $J_2= 0,61$) dan berkriteria sedang pada fase generatif ($J_1= 1,75$, $J_2= 1,79$).

Perlakuan refugia menunjukkan nilai H' sedang, baik pada perlakuan vegetatif maupun generatif. Hal ini menunjukkan bahwa penyebaran jumlah individu tiap spesies atau genera sedang, kestabilan komunitas sedang dan kondisi lahan tercemar sedang. Hal ini berbeda dengan non refugia, yang menunjukkan nilai H' yang kecil pada fase vegetatif dan sedang pada fase generatif. Nilai H' kecil menunjukkan keanekaragaman jenis spesies rendah, penyebaran jumlah individu tiap spesies dan kestabilan komunitas rendah, serta kondisi lahan telah tercemar berat. Keanekaragaman dan pemerataan cenderung lebih tinggi pada fase generatif diduga karena pada fase ini, populasi bunga pada pertanaman refugia melimpah. Raharjo dkk. (2018) menyatakan bahwa tanaman refugia paling banyak didatangi musuh alami karena refugia mampu menarik kedatangan serangga dengan menggunakan karakter morfologi dan fisiologinya yaitu ukuran, bentuk, warna, keharuman, periode berbunga dan kandungan polen dan nektar.

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks pemerataan (D) musuh alami pada pertanaman kedelai

Perlakuan refugia	Jarak tanam	Vegetatif				Generatif			
		H'	Kriteria (H')	D	Kriteria (D)	H'	Kriteria (H')	D	Kriteria (D)
Refugia	J1	1,51	Sedang	0,35	Kecil	1,47	Sedang	0,40	Sedang
	J2	1,10	Sedang	0,23	Kecil	1,84	Sedang	0,46	Sedang
Non-refugia	J1	0,67	Kecil	0,17	Kecil	1,75	Sedang	0,60	Sedang
	J2	0,61	Kecil	0,15	Kecil	1,79	Sedang	0,53	Sedang

Sumber: Data Primer Diolah (2022)

Indeks pemerataan jenis (D) menunjukkan derajat pemerataan kelimpahan individu antar setiap spesies. Apabila setiap jenis memiliki jumlah individu yang sama, maka komunitas tersebut memiliki pemerataan jenis yang maksimum, akan tetapi jika dalam suatu komunitas terdapat dominasi suatu spesies maka nilai pemerataan jenisnya akan rendah. Nilai indeks pemerataan jenis perlakuan refugia jarak tanam 40 cm \times 15 cm dan 50 cm \times 15 cm pada penelitian ini yakni sedang pada fase vegetatif ($J_1= 0,35$, $J_2= 0,23$) dan sedang pada fase generatif ($J_1= 0,40$, $J_2= 0,46$), sedangkan pada perlakuan non refugia menunjukkan nilai yang kecil pada fase vegetatif ($J_1=0,17$, $J_2= 0,15$) dan sedang pada fase generatif ($J_1= 0,63$, $J_2= 0,53$).

Rendahnya nilai keanekaragaman dan pemerataan jenis spesies diduga karena kondisi lahan yang telah tercemar berat, dimana aplikasi insektisida, herbisida dan fungisida menjadi alternatif utama yang sering dilakukan dalam pembudidayaan tanaman aneka kacang dan umbi. Faktor lainnya yakni penelitian ini tidak murni menerapkan sistem budidaya organik, tetapi juga tetap dengan penerapan pengendalian dengan pestisida pada kondisi serangan hama di atas batas ambang kendali. Sehingga diprediksi juga memberikan dampak terhadap efektivitas perlakuan refugia, dan respon musuh alami terhadap perlakuan. Sidabutar dkk. (2017), dalam penelitiannya pada pertanaman kedelai melaporkan bahwa kelimpahan arthropoda terbanyak pada fase pertumbuhan generatif dibandingkan fase vegetatif tanaman. Refugia mendukung perubahan komposisi arthropoda yang mana dapat menurunkan proporsi serangga herbivor. Lopes dkk. (2017) dan Leksono dkk. (2019) melaporkan bahwa peningkatan keragaman parasitoid dan predator dapat mempengaruhi tingkat konsumsi mangsa herbivor.

Nilai indeks keragaman dan indeks pemerataan yang tinggi pada perlakuan refugia dapat diduga dipengaruhi oleh keberadaan tanaman refugia sebagai penarik musuh alami, dan menjadi habitat musuh alami untuk tinggal dan memperoleh makanannya. Sebaran arthropoda dalam suatu habitat dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satunya tanaman refugia dan budidaya organik, yang mana berperan sebagai mikrohabitat dan berkontribusi dalam konservasi musuh alami dan peningkatan kelimpahan kekayaan spesies (Wulan dkk., 2016; Abidin dkk., 2019).

Radiyanto dkk. (2010) dalam pengujiannya pada pertanaman kedelai dengan dan tanpa pestisida membuktikan bahwa jumlah populasi predator tinggi pada pertanaman tanpa aplikasi pestisida dibanding dengan aplikasi pestisida. Nelly dkk. (2015) juga mendukung pernyataan ini dengan hasil penelitiannya pada pertanaman bawang merah, yang menyatakan tingkat keanekaragaman, kekayaan dan kelimpahan serangga predator dan parasitoid yang lebih tinggi tanpa perlakuan pestisida. Kondisi yang alamiah dan sistem pertanian organik dengan pemanfaatan refugia seperti *Ageratum conyzoides*, *Bidens pilosa*, *Capsicum annum*, *Commelina diffusa*, *Ipomea crassicaulis*, *Mimosa pudica*, *Vetiveria zizanioides*, *Vigna unguiculata*, dan *Zea mays* memiliki kesesuaian bagi lingkungan perkembangbiakan musuh alami (Azmi dkk., 2014; Abidin dkk., 2020).

Perbedaan jarak tanam diketahui tidak berpengaruh terhadap keanekaragaman dan pemerataan musuh alami di lapang. Hal ini terlihat dari jumlah famili yang tertangkap maupun nilai indeks keanekaragaman dan pemerataan yang relatif sama. Penelitian sebelumnya juga telah melaporkan bahwa perlakuan jarak tanam tidak berpengaruh terhadap populasi musuh alami, namun berpengaruh terhadap populasi hama (As,ari dkk. 2019). Pada pengamatan ini diketahui bahwa indeks keragaman dan indeks pemerataan rendah, dan kecil, hal ini menandakan kondisi lingkungan yang tidak stabil sedangkan pada nilai indeks keanekaragaman sedang menunjukkan kondisi lingkungan yang stabil Rahmi dkk. (2018).

KESIMPULAN

Kelimpahan famili *Arthropoda* musuh alami tertinggi yakni pada perlakuan refugia, sedangkan secara umum perlakuan refugia dan jarak tanam 50 cm × 15 cm memberikan pengaruh terhadap jumlah dan jenis musuh alami tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Populasi musuh alami cenderung lebih tinggi pada fase generatif tanaman dibandingkan fase vegetatif. Nilai indeks keragaman (H') pada perlakuan refugia, pada kedua perlakuan jarak tanam dan kedua fase pertumbuhan tanaman yakni sedang, sedangkan pada perlakuan non refugia pada kedua jarak tanam dan fase pertumbuhan yakni kecil dan sedang. Nilai indeks kemerataan (D) pada perlakuan refugia pada kedua perlakuan jarak tanam dan kedua fase pertumbuhan tanaman adalah kecil dan sedang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bambang Sri Koentjoro., yang telah memberikan kesempatan penulis melakukan penelitian ini di lahan Visitor Plot Diseminasi Akabi Balitkabi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Leksono, A.S., Yanuwadi, B., & Purnomo, M. (2019). The model of organic paddy farming practices by revitalizing the value of local wisdom in Malang regency. In *IOP Conf Series Earth and Environmental Science* 2019 (pp.1-6): 012040. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/239/1/012040>
- Abidin, Z., Leksono, A.S., Yanuwadi, B., & Purnomo, M. (2020). Refugia effect on arthropods in an organic paddy field in Malang district, East Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(4), 1415-1421. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210420>
- As'ari., Rosa, H.O., & Nisa, C. (2019). Keragaman hama dan musuh alami pada pertanaman generatif kedelai (*Glycine max* L. Merr) dengan kerapatan tanaman yang berbeda. *Agrotek View*, 2(2),31-39. <https://doi.org/10.20527/agtview.v2i2.738>
- Azmi, S.L., Leksono, A.S., Yanuwadi, B., & Arisoelaningsih, E. (2014). Diversity of herbivore arthropods visitor on red paddy variant in organic paddy field of Sengguruh village, Kepanjen. *J-PAL* 5(1), 57-63.
- Basso., Chiaravalle, W., & Maignet, P. (2020). Effectiveness of *Trichogramma pretiosum* in controlling lepidopterous pests of soybean crops. *Agrociencia Uruguay*, 24, 1-15. <https://doi.org/10.31285/AGRO.24.419>
- de Paiva, A.C.R., Beloti, V.H. & Yamamoto, P.T. 2018. Sublethal effects of insecticides used in soybean on the parasitoid *Trichogramma pretiosum*. *Ecotoxicology* 27, 448-456. <https://doi.org/10.1007/s10646-018-1909-5>
- Duan, J. J., Watt TJ, & Larson K. (2014). Biology, life history, and laboratory rearing of *Spathius galinae* (Hymenoptera: Braconidae), a larval parasitoid of the invasive emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae). *Journal of Economic Entomology*, 107, 939-946. <https://doi.org/10.1603/EC13552>
- Gervasano, N.G.S., Luna, M.G., D'Auro, F., & Sanchez, N.E. (2017). Performance of *Pseudapanteles dignus* (Hymenoptera: Braconidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Eggplant. *Journal of Economic Entomology*, 20(10), 1-5. <https://doi.org/10.1093/jee/tox353>
- Pillai, K. G., Kalode, M. B., & Rao, A. V. (1979). Effects of nitrogen levels, plant spacings and row orientation on the incidence of the brown planthopper of rice. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 49(2), 125-129.
- Gould, J. R., & Duan, JJ. (2013). *Petition for release of an exotic parasitoid, Spathius galinae Belokobylskaya & Strazanac, for the biological control of the emerald ash borer, Agrilus planipennis Fairmaire*. U.S. Dept. Agric. APHIS Petition 01.
- Hardiansyah, M.Y., Hartini., & Musa, Y. (2021). Agrobiodiversity of using refugia plants towards several plant gardens at Tulung Rejo, East Java. In *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 886(1):012066. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/886/1/012066>
- Heong, K. L., Wong, L., & Delos Reyes, J. H. (2015). *Addressing planthopper threats to Asian rice farming and food security: fixing insecticide misuse*. Rice planthoppers: ecology, management, socio economics and policy, 65-76.
- Iranipour, S., & Vaez, N. (2021). Egg Parasitoids: Chalcidoidea with Particular Emphasis on Trichogrammatidae. In *Biological Control of Insect and Mite Pests in Iran: A Review from Fundamental and Applied Aspects* (pp. 197-231). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63990-7_6
- Jalali, S.K., Mohanraj, P., & Lakshmi, B.L. (2016). *Chapter 5-Trichogrammatidae. Ecofriendly pest management for food security*. AP Academic Press. Pp: 139-181. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803265-7.00005-1>
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., & Pujiastuti, Y. (2019). Abundance and species diversity of predatory arthropods inhibiting rice of refuge habitats and synthetic insecticide application in freshwater swamps in South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(8), 2357-2387. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200836>
- Karimoune, L., Ba, M.N., Baoua, I.B., & Muniappan, R. (2020). Field performance of the parasitoid wasp, *Trichogrammatoidea armigera* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) following releases against the millet head miner, *Heliocheilus albipunctella* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Sahel. *BioControl*, 65, 389-399. <https://doi.org/10.1007/s10526-020-10015-0>

- Keppel, G., Van Niel, K.P., Wardell-Johnson, G.W., Yates, C.J., Byrne, M., Mucina, L., Schut, A.G.T., Hopper, S.D., & Franklin, S.E. (2012). Refugia: Identifying and understanding safe havens for biodiversity under climate change. *Global ecology and biogeography*, 21 (4), 393–404. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00686.x>
- Khan, B.A., Ali, A., Nadeem, M.A., Elahi, A., Adnan, M., Amin, M.M., Ali, M.F., Waqas, M., Aziz, A., Sohail, M.K., Wahab, A., Khan, T.A., Yousaf, H., & Jved, M.S. (2019). Impact of plant spacing date and row spacing on growth, yield and quality of soybean: A Review. *Journal of Biodiversity and environmental sciences*, 17(2), 121-129.
- Krebs, C.J. (1989). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Third Edition. Harper and Row Publishers*. New York 776 pp.
- Kurniawati, N., & Martono, E. (2015). Peran tumbuhan berbunga sebagai media konservasi arthropoda musuh alami. *Jurnal perlindungan tanaman Indonesia*, 19(2), 53–59. <https://doi.org/10.22146/jpti.16615>
- Leksono, A.S., Batoro, J., & Zairina, A. (2018). The refugia attract arthropods in a paddy field in Malang, East Java, Indonesia. *Research Journal of Life Science*, 5 (2), 89-97. <https://doi.org/10.21776/ub.rjls.2018.005.02.2>
- Leksono, A.S., Mustata, I., Afandhi, A., & Anisa, Z. (2019). Habitat modification with refugia blocks for improving arthropods richness and diversity in paddy fields. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10 (8), 256-263.
- Liao, Y.L., Yang, B., Xu, M.F., Lin, W., Wang, D.S., Chen, K.W., & Chen, H.Y. (2019). First report of *Telenomus remus* parasitizing *Spodoptera frugiperda* and its field parasitism in southern China. *Journal of Hymenoptera Research*, 73, 95-102. <https://doi.org/10.3897/jhr.73.39136>
- Lopes, S.F., Ramos, M.B., & Almeida, G.R. (2017). The role of mountains as refugia for biodiversity in Brazilian caatinga: conservationist implications. *Trop Conserv Sci*, 10, 1-12. <https://doi.org/10.1177/1940082917702651>
- Magguran, A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. London: Chapman and Hall.
- Maisyaroh, W., Yanuwadi, B., Leksono, A.S., & Gama, Z.P. (2012). Spatial and temporal distribution of natural enemies visiting refugia in a paddy field area in Malang. *Agrivita, Journal of Agricultural Science*, 34(1), 67–74. <http://doi.org/10.17503/agrivita.v34i1.143>
- Marwoto., Hardaningsih, S., & Tufiq, A. (2017). *Hama dan penyakit tanaman kedelai, identifikasi dan pengendaliannya*. Pusat Penelitian dan pengembangan tanaman pangan, Badan penelitian dan pengembangan pertanian kementerian pertanian. Bogor.
- Masry, S.H.D., & El-Wakeil, N. (2020). *Egg parasitoid production and their role in controlling insect pests*. In: El-Wakeil, N., Saleh, M., Abu-hashim, M. (eds) cottage industry of biocontrol agents and their applications. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33161-0_1
- Momtaz, M.B., Yeasmin, K., Khatun, R., & Ahmad, M. (2019). Impact of plant spacing on population dynamics of sucking pests of cotton. *Journal of environmental science and natural resources*, 11(1-2), 241-243. <https://doi.org/10.3329/jesnr.v11i1-2.43391>
- Nelly, N., Reflinaldon., & Amelia, K. (2015). Keragaman predator dan parasitoid pada pertanaman bawang merah studi kasus di daerah alahan panjang, Sumatera barat. In *Prosiding Seminar Masyarakat Biodiversitas Indonesia 1(5)*, (pp.1005-1010). <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010508>
- Oyediran, I.O., Heinrichs, E.A., Traore, A.K.A., & Johnson, D.E. (1999). Plant spacing effect on insect pest abundance and yields of irrigated lowland rice in cote d'ivoire. *Journal of Plant Protection in The Tropics*, 12(1), 55-67.
- Pujiastuti, Y., Weni, H.W.S., & Umayah, A. (2015). Peran tanaman terhadap kelimpahan serangga herbivora pada tanaman padi pasang surut. In *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 2015. Palembang.
- Radiyanto, I., Sodik, M., & Nurcahyani, N.M. (2010). Keanekaragaman serangga hama dan musuh alami pada lahan pertanaman kedelai di kecamatan Balong-Ponorogo. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 7(2), 116-121. <https://doi.org/10.5994/jei.7.2.116>
- Rahardjo, B. T., Ikawati, S., Prasdianata, M. R., & Tarno, H. (2018). Research Article Effect of Refugia on Spatial and Temporal Distribution of Arthropods on Rice Agroecosystem (*Oryza sativa* Linn.). *Asian Journal of Crop Science*, 10(3), 134-140. <https://doi.org/10.3923/ajcs.2018.134.140>
- Rahmi, K., Rizkina, M., & Merhastita, Y.Y. (2018). Indeks keanekaragaman serangga permukaan tanah diurnal di kawasan deudap pulo Aceh kabupaten Aceh Besar. In *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 2018, (pp.333-337). Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. <http://dx.doi.org/10.22373/pbio.v6i1.4265>
- Shaw, M.R. (2006). Habitat considerations for parasitic wasps (Hymenoptera). *Journal of Insect Conservation*, 10(2), 117-127. <https://doi.org/10.1007/s10841-006-6288-1>
- Sidabutar, V., Marheni., & Lubis, L. (2017). Indeks keanekaragaman jenis serangga pada fase vegetatif dan generatif tanaman kedelai (*Glycine max* Merrill) di lapangan. *Jurnal Agroteknologi FP USU*, 5(2), 474-438. <http://doi.org/10.32734/jaet.v5i2.15546>
- Uge, E., Yusnawan, E., & Baliadi, Y. (2021). Pengendalian ramah lingkungan hama ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada tanaman kedelai. *Buletin Palawija*, 19(1), 64-80. <http://dx.doi.org/10.21082/bulpa.v19n1.2021.p64-80>

- Wulan,H., Weni, S., Pujiastuti, Y., & Umayah, A. (2016). Refugia effect toward arthropods attacking rice (*Oryza sativa*) in Tidal Swamp. In *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal* (pp.1415-1421). Palembang. <http://doi.org/10.13057/biodiv/d210420>
- Zhu, J.J., & Park, K.C. (2005). Methyl salicylate is a soybean aphid-induced plant volatile to the predator *Coccinella septempunctata*. *Journal of chemical ecology*, 31 (8), 1733-1746. <https://doi.org/10.1007/s10886-005-5923-8>