



## Pengaruh sinar bulan terhadap telur *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) pada lahan bawang merah

Effect of moonlight on eggs of *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on shallot field

Hermanu Triwidodo\*, St Nurlaela Fauziah

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

(diterima September 2019, disetujui Februari 2020)

### ABSTRAK

*Spodoptera exigua* (Hübner) merupakan serangga nokturnal dan menjadi salah satu hama penting di pertanaman bawang merah. Aktifitas serangga nokturnal dipengaruhi oleh sinar bulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sinar bulan terhadap perilaku letakan telur, yaitu jumlah kelompok telur, jumlah telur per kelompok telur, dan pola distribusi kelompok telur *S. exigua*. Penelitian dilaksanakan pada tiga lahan bawang merah di Kabupaten Brebes, Jawa Tengah selama bulan baru, setengah, dan penuh. Pengambilan sampel meliputi pengamatan jumlah kelompok telur, jumlah telur per kelompok telur, dan pola distribusi kelompok telur *S. exigua* pada setiap plot pengamatan. Penentuan pola distribusi kelompok telur *S. exigua* berdasarkan indeks Morisita. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah kelompok telur dan jumlah telur per kelompok telur selalu meningkat dari bulan baru, setengah, dan penuh. Secara umum, pola distribusi kelompok telur *S. exigua* adalah mengelompok pada tiga kondisi sinar bulan. Intensitas sinar bulan yang tinggi (bulan penuh) dapat meningkatkan jumlah kelompok telur dan jumlah telur per kelompok telur *S. exigua* serta berpotensi menimbulkan serangan yang lebih parah.

**Kata kunci:** indeks Morisita, kelompok telur, nokturnal, sinar bulan

### ABSTRACT

*Spodoptera exigua* (Hübner) are nocturnal insects and one of the important pests of shallot. The activities of nocturnal insects are influenced by the moonlight. The aim of this research is to analyze the effect of moonlight on oviposition behaviour: number of egg patches, number of eggs per patches and egg patches distribution pattern of *S. exigua*. The research was done on three shallot field at Brebes Regency, Central Java during the new, half and full moon. The sampling included observing the number of egg groups, the number of eggs per egg group, and egg groups distribution pattern of *S. exigua* on each observation plot. The egg groups distribution pattern of *S. exigua* based on Morisita index. The result of this research showed that the number of egg groups and the number of eggs per egg group always increased from the new, half, and full moon. In general, the egg groups distribution pattern of *S. exigua* were clustered on three moonlight conditions. High intensity of moonlight (full moon) was able to increase the number of egg groups and the number of eggs per egg groups of *S. exigua*, its potentially cause more attacks.

**Key words:** egg group, moonlight, Morisita index, nocturnal

\*Penulis korespondensi: Hermanu Triwidodo. Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Tel: 0251-8629364, Faks: 0251-8629362, Email: hermanutr@apps.ipb.ac.id

## PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bermanfaat sebagai bumbu penyedap makanan dan bahan obat tradisional sehingga banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Produksi bawang merah pada periode 2010 hingga 2014 mengalami peningkatan 5,74% per tahun (Kementan 2016). Namun, peningkatan produksi bawang merah belum bisa mencukupi kebutuhan konsumsi masyarakat karena masih bersifat musiman, ada serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), dan hanya beberapa daerah yang menanam bawang merah. Sentra produksi bawang merah adalah Provinsi Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, dan Nusa Tenggara Barat. Keempat provinsi tersebut memberikan kontribusi 86,24% dari total produksi bawang merah Indonesia (rata-rata produksi tahun 2010 hingga 2014) (Kementan 2015).

Keberadaan OPT dapat menurunkan kuantitas dan kualitas produksi bawang merah. Organisme pengganggu tanaman yang umumnya menyerang bawang merah adalah ulat bawang *Spodoptera exigua* (Hübner), lalat pengorok daun *Liriomyza chinensis* (Diptera: Agromyzidae) (Nonci & Muis 2012) dan cendawan patogen *Alternaria porri* yang menyebabkan bercak ungu pada daun (Nirwanto 2008). *S. exigua* merupakan salah satu hama utama yang menyerang daun bawang merah mulai tanaman berumur 7 hari setelah tanam (HST). Bagian daun terserang menjadi transparan akibat aktivitas makan larva dari bagian dalam daun. Kerusakan daun dapat mencapai 93,2% saat tanaman berumur 27 HST. Tingginya serangan *S. exigua* pada bawang merah disebabkan oleh siklus hidupnya yang relatif cepat dan perilaku makannya bersifat polifag (Rauf 1999).

Serangga nokturnal dipengaruhi oleh durasi dan intensitas sinar bulan ketika melakukan aktifitasnya pada malam hari (Williams 1936). Hasil penelitian Yela & Holyoak (1997) menyatakan bahwa sinar bulan serta faktor meteorologi lain, seperti penutupan awan dan temperatur berpengaruh terhadap jumlah ngengat Noctuidae yang tertangkap pada perangkap cahaya (*light trap*) dan perangkap umpan (*bait trap*). Kondisi malam yang bersih dari penutupan awan

saat posisi bulan penuh (malam yang terang) dapat meningkatkan penangkapan ngengat Noctuidae pada perangkap umpan. Banyaknya ngengat nokturnal yang terperangkap berbanding lurus dengan kegiatan distribusi ngengat saat malam hari. Informasi mengenai pengaruh sinar bulan terhadap pola distribusi kelompok telur *S. exigua* pada bawang merah belum dilaporkan sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk selanjutnya menentukan strategi pengendalian yang tepat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sinar bulan terhadap jumlah kelompok telur, jumlah telur per kelompok telur, dan pola distribusi kelompok telur *S. exigua*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Pagejungan, Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Penelitian dilaksanakan dari bulan Februari hingga April 2016 pada tiga lahan bawang merah. Luas lahan ke-1, 2, dan 3, yaitu 924 m<sup>2</sup>, 702 m<sup>2</sup>, dan 2.649 m<sup>2</sup>. Jarak antara lahan 1 ke lahan 2 dan lahan 2 ke lahan 3 adalah 1.802 m dan 3.997 m.

### Sensus kelompok telur

Sensus kelompok telur *S. exigua* dilakukan pada 3 lahan bawang merah. Jumlah plot yang diamati pada lahan ke-1, 2, dan 3 adalah sebanyak 110, 137, dan 341. Sensus kelompok telur dilakukan setiap hari mulai jam 06.00 hingga selesai dengan menghitung jumlah kelompok telur yang terdapat pada daun bawang merah di setiap lahan. Daun bawang merah yang terdapat kelompok telur diambil untuk dihitung jumlah telur per kelompok telur. Kelompok telur yang dikoleksi berasal dari setiap lahan pengamatan pada setiap kondisi sinar bulan. Kondisi sinar bulan meliputi sinar saat bulan baru, bulan setengah, dan bulan penuh/purnama. Bulan baru terjadi saat posisi bulan terjauh dengan bumi (*apogee*), sedangkan bulan penuh terjadi saat posisi bulan terdekat dengan bumi (*perigee*). Posisi bulan setengah merupakan posisi peralihan dari bulan baru ke bulan penuh, dapat terjadi pada saat kuartir pertama atau kedua dalam fase bulan (BMKG 2016).

### Penghitungan jumlah telur per kelompok telur *S. exigua*

Penghitungan jumlah telur per kelompok telur *S. exigua* dilakukan pada kelompok telur yang dikoleksi dari hasil sensus dan dipilih secara acak kelompok telur dari setiap lahan pengamatan. Pengamatan kelompok telur *S. exigua* dilakukan pada pertanaman bawang merah yang berumur 12 HST (bulan baru), 19 HST (bulan setengah), dan 26 HST (bulan penuh) (Tabel 1) pada setiap kondisi sinar bulan. Penghitungan jumlah telur per kelompok telur menggunakan mikroskop *digital Dinolite-basic*.

### Analisis data

Data jumlah kelompok telur *S. exigua* ( $N_i$ ) merupakan hasil dari jumlah kelompok telur pada suatu plot pengamatan ke- $i$  ( $X_i$ ) sehingga:

$$N_i = \sum_{i=1}^N X_i, \text{ dengan}$$

Rata-rata kepadatan kelompok telur *S. exigua* ( $K$ ) diperoleh dari perbandingan antara  $N_i$  dan jumlah plot pengambilan contoh ( $A$ ) (Krebs 1989 dalam Rudiyanto et al. 2014):

$$K = \frac{N_i}{A}$$

Untuk pola distribusi dihitung menggunakan indeks Morisita dengan rumus (Rani 2003):

$$Id = n \left[ \frac{\sum x^2 - N}{N(N-1)} \right], \text{ dengan}$$

$Id$ : indeks Morisita;  $n$ : jumlah plot pengambilan sampel;  $x$ : jumlah kelompok telur tiap plot;  $\sum x^2$ : jumlah kuadrat kelompok telur tiap plot;  $N$ : jumlah kelompok telur keseluruhan.

Pola distribusi yang seragam atau merata memiliki nilai  $Id < 1$ , jika  $Id > 1$  maka pola distribusinya mengelompok dan pola distribusi

acak jika nilai  $Id = 1$  (Southwood & Henderson 2000). Rancangan percobaan, yaitu rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor dengan tiga kali ulangan pada setiap kondisi sinar. Analisis data diolah dengan program IBM SPSS *Statistics for Windows* versi 17.0. Uji lanjut dilakukan dengan uji selang berganda Duncan dengan taraf nyata ( $\alpha$ ) = 5%.

## HASIL

### Kelimpahan dan kepadatan telur *S. exigua*

Pengamatan kelompok telur *S. exigua* dimulai pada 12 HST (bulan baru), 19 HST (bulan setengah), dan 26 HST (bulan penuh) (Tabel 1). Kelompok telur *S. exigua* sudah dapat ditemukan pada 12 HST, yaitu lahan 1 di bulan baru (Tabel 2). Jumlah kelompok telur/lahan terus mengalami kenaikan dari bulan baru ke bulan penuh. Jumlah kelompok telur/lahan tertinggi terdapat pada lahan 3 di bulan penuh. Hal ini menunjukkan bahwa jika investasi telur sejak awal penanaman sudah terjadi maka akan semakin banyak telur pada pertanaman tersebut.

Kelompok telur *S. exigua* paling banyak dijumpai pada lahan 3 di bulan penuh, yaitu sebanyak 404 kelompok telur (Gambar 1). Hal tersebut karena plot pengamatan pada lahan 3 merupakan plot terbanyak dibandingkan dengan lahan yang lainnya sehingga peluang ditemukannya kelompok telur juga lebih tinggi. Tingginya nilai kelimpahan kelompok telur *S. exigua* saat bulan penuh juga menunjukkan tingginya tingkat aktifitas oviposisi imago betina pada kondisi bulan penuh. Intensitas sinar bulan yang dipancarkan saat bulan penuh lebih tinggi dibandingkan dengan saat bulan baru dan setengah sehingga imago betina *S. exigua* lebih mudah untuk menemukan inang. Kesesuaian umur tanaman inang juga

**Tabel 1.** Umur bawang merah saat pengamatan

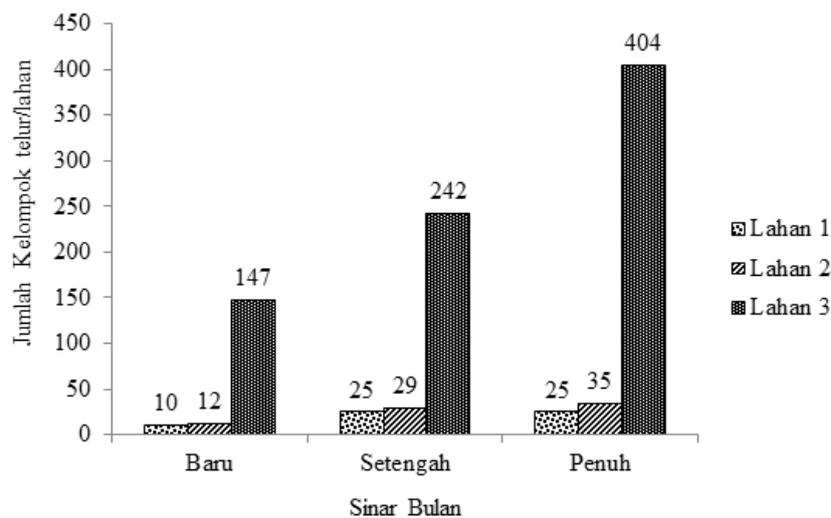
Lahan ke-	Umur bawang merah (HST) <sup>a</sup>		
	Bulan baru	Bulan setengah	Bulan penuh
1	12	19	26
2	13	20	27
3	14	21	28

<sup>a</sup>HST: hari setelah tanam.

**Tabel 2.** Distribusi kelompok telur/lahan *Spodoptera exigua* pada lahan bawang merah saat bulan baru, setengah, dan penuh

Jumlah kelompok telur/lahan	Bulan baru			Bulan setengah			Bulan penuh		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	100	123	231	89	112	187	88	108	169
1	10	14	84	17	21	96	19	24	64
2	0	0	18	4	4	35	3	4	43
3	0	0	0	0	0	18	0	1	36
4	0	0	0	0	0	5	0	0	19
5	0	0	0	0	0	0	0	0	4
6	0	0	0	0	0	0	0	0	7
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total plot	110	137	341	110	137	341	110	137	341
Rata-rata/m <sup>2</sup>	0,09	0,10	0,35	0,23	0,21	0,70	0,23	0,26	1,18

Angka 1, 2, dan 3 pada bulan baru, setengah dan penuh menunjukkan lahan ke-1, 2, dan 3.

**Gambar 1.** Kelimpahan kelompok telur *Spodoptera exigua* per lahan saat bulan baru, setengah, dan penuh pada lahan 1, 2, dan 3.

diduga berpengaruh terhadap tingginya investasi kelompok telur. Umur tanaman bawang merah pada pengamatan kelompok telur *S. exigua* saat bulan penuh, yaitu 26, 27, dan 28 HST atau sekitar 4 MST. Umur tersebut sesuai untuk peningkatan jumlah kelompok telur.

#### Jumlah telur per kelompok telur *S. exigua*

Fungsi utama imago adalah bereproduksi dan juga berperan dalam pemencaran. Rata-rata jumlah telur per kelompok telur yang ditemukan pada saat bulan baru, setengah, dan penuh adalah sebanyak 28,60, 35,85, dan 48,35 telur per kelompok telur (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah telur per kelompok telur meningkat dari bulan baru ke

bulan setengah dan semakin meningkat pada bulan penuh. Jumlah telur yang banyak menunjukkan tingkat keperidian imago betina *S. exigua* yang tinggi, hal ini berpotensi menimbulkan serangan yang parah pada lahan bawang merah. Jumlah rata-rata telur per kelompok telur pada bulan baru berbeda nyata dengan bulan penuh (Tabel 4).

#### Pola distribusi telur *S. exigua* saat bulan baru, setengah, dan penuh

Pola distribusi kelompok telur *S. exigua* pada lahan 1 di bulan baru termasuk seragam atau merata karena memiliki nilai  $Id < 1$  (Tabel 5). Hal tersebut diduga karena saat bulan baru intensitas sinar bulan sangat rendah dan malam menjadi sangat

**Tabel 3.** Jumlah telur per kelompok telur *Spodoptera exigua* pada bulan baru, setengah, dan penuh

Kelompok telur ke-	Jumlah telur per kelompok telur		
	Bulan baru	Bulan setengah	Bulan penuh
1	20	35	53
2	35	50	28
3	22	49	45
4	18	16	33
5	29	48	42
6	23	80	28
7	20	62	90
8	53	23	33
9	40	12	42
10	20	39	25
11	25	52	60
12	85	40	90
13	13	16	93
14	20	31	25
15	30	10	53
16	22	32	48
17	31	30	95
18	30	36	18
19	15	30	15
20	21	26	51
Total	572	717	967
Rata-rata	28,60	35,85	48,35

**Tabel 4.** Pengaruh sinar bulan terhadap jumlah telur per kelompok telur *Spodoptera exigua*

Sinar bulan	Rata-rata jumlah telur per kelompok telur $\pm$ SD <sup>a</sup>
Baru	28,60 $\pm$ 16,1422 a
Setengah	35,85 $\pm$ 17,5267 ab
Penuh	48,35 $\pm$ 25,4853 b

<sup>a</sup>Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang tidak sama berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda Duncan).

**Tabel 5.** Nilai indeks morisita (*Id*) telur *Spodotera exigua* pada saat bulan baru, setengah, dan penuh di setiap lahan pengamatan

Sinar bulan	<i>Id</i> $\pm$ SD <sup>a</sup>		
	Lahan 1	Lahan 2	Lahan 3
Baru	0,00 $\pm$ 0,30 a	2,08 $\pm$ 0,34 b	1,50 $\pm$ 0,73 b
Setengah	1,47 $\pm$ 0,50 b	1,69 $\pm$ 0,48 b	1,44 $\pm$ 0,93 b
Penuh	1,10 $\pm$ 0,49 b	1,61 $\pm$ 0,56 b	1,89 $\pm$ 0,54 b

<sup>a</sup>Notasi huruf a dibelakang angka *Id*  $\pm$  SD menunjukkan bahwa pola sebaran telur seragam, sedangkan huruf b menunjukkan pola sebaran telur mengelompok.

gelap sehingga imago *S. exigua* sulit menemukan inang untuk meletakkan telurnya. Pola distribusi kelompok telur yang seragam dapat menyebabkan serangan yang teratur pada pertanaman bawang merah. Larva *Spodoptera* spp. pada bawang merah bersifat aktif.

Distribusi kelompok telur saat bulan baru dan bulan setengah berbeda nyata dibandingkan dengan distribusi kelompok telur saat bulan penuh (Tabel 6). Distribusi kelompok telur paling besar terdapat pada saat bulan penuh. Hal tersebut mengindikasikan bahwa serangga nokturnal membutuhkan sinar bulan untuk terbang, mencari makan, dan meletakkan telur pada malam hari.

## PEMBAHASAN

Pola distribusi hama merupakan bentuk penyebaran hama pada suatu ekosistem. Distribusi hama dapat digunakan untuk menetapkan pola pengambilan contoh yang optimal. Tipe distribusi serangga yang sering dijumpai di lapang, yaitu merata, acak, dan mengelompok (Reusink & Kogan 1975). Pola distribusi acak biasanya terjadi akibat perubahan ukuran area yang digunakan serangga atau menurunnya kepadatan populasi serangga (Southwood & Henderson 2000). Pola sebaran kelompok telur dapat berubah dari mengelompok menjadi teratur, acak atau sebaliknya, bergantung pada kepadatan populasi kelompok telur (Daloquez et al. 2014). Pola distribusi didapatkan dengan menghitung nilai indeks Morisita (*Id*). Nilai *Id* menunjukkan derajat pengelompokan suatu populasi, semakin kecil nilai *Id* maka derajat pengelompokan populasi semakin menurun, dan sebaliknya (Rosenberg & Anderson 2011).

Keberadaan telur hama pada suatu lahan merupakan salah satu faktor yang dapat berpengaruh terhadap dinamika populasi hama tersebut jika tidak dikendalikan dan berada dalam kondisi lingkungan yang sesuai untuk perkembangannya. Kelompok telur *S. exigua* pada bawang merah sudah mulai ditemukan sejak 7 HST dengan kepadatan 17,6 kelompok telur per lahan, kemudian mencapai puncaknya pada 15 HST dengan kepadatan kelompok telur sebesar 144 per lahan. Kelompok telur generasi ke-2 kembali mencapai puncak saat tanaman berumur 4 MST.

**Tabel 6.** Pengaruh sinar bulan terhadap distribusi kelompok telur *Spodoptera exigua*

Sinar bulan	Rata-rata kelompok telur/lahan $\pm$ SD <sup>a</sup>
Baru	0,19 $\pm$ 0,0818 a
Setengah	0,18 $\pm$ 0,0808 a
Penuh	0,77 $\pm$ 0,3790 b

<sup>a</sup>Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda Duncan).

Hal tersebut sesuai dengan penelitian Rauf (1999) yang menyatakan bahwa serangan tinggi terjadi pada 23 HST atau sekitar 4 MST di pertanaman bawang.

Semakin tinggi jumlah kelompok telur *S. exigua* yang ditemukan di lahan maka semakin tinggi peluang kerusakan dan kehilangan hasil yang akan diperoleh. Serangan *S. exigua* yang parah pada bawang merah dapat menyebabkan tanaman hampir rata dengan permukaan tanah (Rauf 1999). Kelompok telur *S. exigua* banyak dijumpai pada bagian abaksial daun, diletakkan pada bagian tengah daun cenderung mengarah ke bagian atas daun bahkan ujung daun. Beberapa kelompok telur juga dijumpai pada bagian bawah permukaan daun. Telur biasanya juga diletakkan di dekat bunga dan ujung daun. Namun, posisi daun dan tangkai tidak mempengaruhi preferensi oviposisi (Capinera 2012). Imago *S. exigua* meletakkan telur pada tanaman yang masih muda dan mulai terlihat gejala serangan setelah telur tersebut menetas, yaitu 2 MST dan mencapai kerusakan tertinggi pada 4 MST yang berbanding lurus dengan jumlah kelompok telur yang diletakkan pada tanaman bawang. Larva akan berpindah secara bergerombol ke tanaman lain yang belum terserang setelah tanaman pada sebelumnya habis di lahap (Rauf 1999).

Kelompok telur diletakkan terpisah baik pada tanaman yang sama maupun pada tanaman yang berbeda. Peletakan kelompok telur secara terpisah bertujuan untuk memaksimalkan kelangsungan hidup. Telur yang diletakkan secara berkelompok sering mengakibatkan agregasi larva pada saat pertama kali telur menetas dan larva cenderung hidup mengelompok (Santana et al. 2012). Agregasi larva dapat meningkatkan kemungkinan bertahan hidup yang lebih tinggi dibandingkan dengan larva yang hidup soliter karena sejak instar

pertama individu larva telah dilatih berkompetisi untuk mendapatkan makanan. Agregasi larva menyebabkan penipisan sumber makanan lebih cepat sehingga memicu tingkat penyebaran instar larva lebih besar (Rhains et al. 2010).

## KESIMPULAN

Sinar bulan berpengaruh terhadap distribusi dan kemampuan oviposisi *Spodoptera* spp. Kelompok telur *Spodoptera* spp. lebih banyak diletakkan saat bulan penuh. Jumlah telur per kelompok telur lebih tinggi pada bulan penuh. Pola distribusi telur *Spodoptera* spp. pada bawang merah adalah mengelompok.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga Bapak Mashadi di Brebes yang telah memberikan banyak motivasi serta bantuan sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [BMKG] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2016. Fase-fase bulan dan jarak bumi-bulan pada tahun 2016 [internet]. Tersedia pada: [http://bmkg.go.id/BMKG\\_BUMI-BULAN\\_PADA\\_TAHUN\\_2016.bmkg](http://bmkg.go.id/BMKG_BUMI-BULAN_PADA_TAHUN_2016.bmkg). [diakses 9 September 2016].
- Capinera JL. 2012. Beet army worm, *Spodoptera exigua* (Hubner) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae) [internet]. Tersedia pada: [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/beet\\_armyworm.html](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/beet_armyworm.html). [diakses 1 Juni 2016].
- Da-LopezYF, TrisyonoYA, Witjaksono, Subiadi. 2014. Pola sebaran kelompok telur *Ostrinia frunacalis* Guenee (Lepidoptera: Crambidae) pada lahan jagung. *Jurnal Entomologi Indonesia* 11:82–92. doi: <https://doi.org/10.5994/jei.11.2.81>.
- [Kementan]. 2016. Produksi bawang merah menurut provinsi, 2011–2015. Tersedia pada: <http://www.pertanian.go.id/Data5tahun/pdfHORTI2016/2.2Produksi%20B.%20Merah.pdf>. [diakses 14 Agustus 2016].
- [Kementan] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2015. Outlook *Bawang Merah*. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Rudianto FN, Setyawati, TR, Mukarlina. 2014. Struktur komunitas gastropoda pada persawahan pasang surut dan tadah hujan di kecamatan Sungai Kakap. *Jurnal Protobiont* 3:177–185.
- Nirwanto H. 2008. Kajian aspek spasial penyakit bercak ungu (*Alternaria porri* (Cif.) Ell. pada tanaman bawang merah. *Jurnal Pertanian Mapeta* 10:211–217.
- Nonci N, Muis A. 2012. Bioekologi pengendalian pengorok daun *Liriomyza chinensis* Kato (Diptera: Agromyzidae) pada bawang merah. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 30:148–155
- Rani C. 2003. Metode pengukuran dan analisis pola spasial (dispersi) organisme bentik. *Protein* 19:1351–1368.
- Rauf A. 1999. Dinamika populasi *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman bawang merah di dataran rendah. *Buletin Hamadan Penyakit Tumbuhan* 11:39–47.
- Reusink WG, Kogan M. 1975. The quantitative basis of pest management: sampling and measuring. Di dalam: Metcalf RL, Luckmann WH, (Eds.), *Introduction Insect Pest Management*. hlm. 380–382. New York: J Wiley.
- Rhains, Sadof MC, Quesada C. 2010. Dispersal and development of bagworm larvae (Lepidoptera: Psychidae) on three host plant. *Journal Applied Entomology* 11:39–51. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01465.x>.
- Rosenberg MS, Anderson CD. 2011. PASSAGE: Pattern analysis, spatial statistics, and geographic exegesis. Version 2. *Methods in Ecology & Evolution* 2:229–232. doi: <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2010.00081.x>.
- Santana AFK, Pereira CC, Zucoloto FS. 2012. Defoliators (Lepidoptera). Di dalam: Panizzi AR, Parra JR (Eds.), *Insect Bioecology and Nutrition for Integrated Pest Management*. New York: CRC Pr. doi: <https://doi.org/10.1201/b11713-15>.
- Southwood TRE, Henderson PA. 2000. *Ecological Methods*. 3<sup>rd</sup> ed. Oxford: Blackwell Scientific.
- Williams CB. 1936. The influence of moonlight on the activity of certain nocturnal insect, particularly of the family Noctuidae, as indicated by light trap, series B. London *Philosophical Transactions of the Royal Society* 226:357–389. doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.1936.0010>.
- Yela JL, Holyoak M. 1997. Effects of moonlight and meteorological factors on light and bait

trap catches of noctuid moths (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology* 26:1283–1290. doi: <https://doi.org/10.1093/ee/26.6.1283>