

## KEANEKARAGAMAN SERANGGA PADA EKOSISTEM KELAPA SAWIT TERPAPAR INSEKTISIDA DALAM JANGKA PANJANG

### *INSECT BIODIVERSITY IN OIL PALM ECOSYSTEM WHICH EXPOSED LONG-TERM INSECTICIDES APPLICATION*

Tjut Ahmad Perdana Rozziانشa, Agus Eko Prasetyo, Mahardika Gama Pradana, dan Agus Susanto

**Abstrak** Penelitian keanekaragaman serangga meliputi informasi jenis, nilai keanekaragaman dan kekayaan jenis serangga mulai banyak dilakukan berkaitan dengan penggunaan insektisida dalam mengendalikan hama di perkebunan kelapa sawit. Aplikasi insektisida jangka panjang selama 9 bulan dengan rotasi aplikasi dua minggu sekali telah dilakukan sebagai kajian informasi tentang penurunan jenis dan keanekaragaman serangga di perkebunan kelapa sawit. Jenis insektisida yang digunakan terdiri dari insektisida Fipronil, insektisida biologis *Bacillus thuringiensis* (Bt) dan kombinasi insektisida Klorantraniliprol (1 kali) dan Bt (3 kali). Penangkapan serangga digunakan perangkap naman kuning, *Malaise trap* dan jaring serangga. Berdasarkan hasil pengamatan, serangga yang tertangkap pada seluruh lokasi pengamatan sejumlah 7.943 individu, yang terdiri dari 80 Famili dan 11 Ordo. Nilai indeks keanekaragaman dan jumlah individu pada lokasi dengan aplikasi insektisidakimia Fipronil lebih rendah daripada perlakuan lain yang disebabkan berkurangnya jumlah famili dan individu, sedangkan pada lahan dengan aplikasi insektisida biologis Bt maupun kombinasinya dengan insektisida kimia Klorantraniliprol relatif tidak mempengaruhi indeks keanekaragaman dan nilai sebaran serangga.

**Kata Kunci:** Serangga, nilai keanekaragaman, biodiversitas, insektisida

---

*Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit*

Tjut Ahmad Perdana Rozziانشa (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia

Email: tjutz\_1101@yahoo.com

**Abstract** Research on insect diversity includes information on species; the diversity and the richness of insect's species had begun to be carried out in relation to insecticides application for controlling some pests in oil palm plantations. The long-term application of insecticides for 9 months in every two weeks has been implemented as a study of information about kind and diversity of insects in oil palm plantations. The insecticides used consisted of Fipronil as chemical insecticide, *Bacillus thuringiensis* (Bt) as biological insecticide and a combination of Chlorantraniliprol as green label chemical insecticide (1 times) and Bt (3 times). The insects were trapped using yellow trays trap, *Malaise trap* and insect nets. The result shows that the insects caught in treatment block were 7,943 individuals, divided into 80 families and 11 orders. The diversity index and number of individuals at the Fipronil block was lower than other treatments due to a decrease in the number of families and individuals, while the Bt application and their combination with Chlorantraniliprole did not affect the diversity index and insect distribution values.

**Keywords:** insects, diversity values, biodiversity, insecticides

## PENDAHULUAN

Serangga merupakan salah satu makhluk dengan jumlah spesies terbanyak di dunia, mencapai 4-6 juta spesies (Gullan & Cranston, 2014). Serangga mempunyai beberapa peranan terhadap kehidupan manusia, dapat berperan penting sebagai serangga menguntungkan dan dapat juga sebagai perusak atau hama (Borror *et al.*, 1996). Beberapa peranan serangga antara lain, polinator, musuh alami, bahan makanan, pengurai bahan organik, penghasil produk komersial dan sebagai hama tanaman (Borror *et al.*, 1996; Gullan & Cranston, 2014).



Perkembangan perkebunan kelapa sawit di Indonesia terus meningkat terutama setelah introduksi serangga penyerbuk *Elaeidobius kamerunicus* dari Afrika ke Indonesia tahun 1982 (de Chenon, 2016), meskipun 2 tahun terakhir perkembangan luas areal perkebunan kelapa sawit relatif konstan di angka 14 juta ha (Ditjenbun, 2019). Perkebunan kelapa sawit telah menyebar di pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi dan Papua yang pada awalnya terjadi pada lahan mineral, namun kini lebih banyak pada lahan marginal seperti pasiran, pasang surut dan gambut (Amalia *et al.*, 2012).

Proses budidaya kelapa sawit tidak terlepas dari konversi lahan dari hutan sekunder atau tersier dan gambut yang mengakibatkan perubahan biodiversitas dan kekayaan jenis (species richness) suatu ekosistem (Fitzherbert *et al.*, 2008; Fayle *et al.*, 2010; Lucey & Hill, 2012; Lucey *et al.*, 2014). Selain itu, penggunaan pestisida dalam pengendalian hama, penyakit dan gulma dalam budidaya kelapa sawit juga cenderung memberikan pengaruh negatif terhadap keseimbangan ekosistem, seperti terjadinya perubahan status hama, munculnya hama baru, matinya musuh alami dan polinator yang juga mempengaruhi ekosistem awal (Fitzherbert *et al.*, 2008; Gullan & Cranston, 2014; Irawan *et al.*, 2017).

Inventarisasi mengenai biodiversitas serangga pada berbagai ekosistem perkebunan kelapa sawit mulai banyak dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai nilai keanekaragaman dan kekayaan jenis. Dari informasi tersebut, struktur komunitas serangga dapat ditentukan jenis yang berperan sebagai fitofag, karnivor (predator), polinator, maupun sebagai dekomposer (Susanti *et al.*, 2016 a&b) Jenis-jenis serangga fitofag menjadi perhatian khusus karena berperan sebagai hama mayor maupun minor pada perkebunan kelapa sawit. Adanya aplikasi insektisida jangka panjang di perkebunan kelapa sawit tidak akan menyelesaikan masalah hama karena berpotensi adanya pergeseran serangan hama mayor ke hama minor serta terus berkurangnya populasi musuh alami.

Inventarisasi jenis serangga pada lahan kelapa sawit yang diaplikasikan insektisida sintetik kini menjadi salah satu topik utama dalam perkembangan industri kelapa sawit yang berkelanjutan. Oleh karena itu penelitian tentang biodiversitas serangga pada lahan kelapa sawit dengan aplikasi insektisida perlu dilakukan untuk memperoleh informasi nilai keanekaragaman, kekayaan

jenis dan jumlah serangga, serta diharapkan dapat memberikan rekomendasi alternatif pengendalian dengan musuh alami hama.

## BAHAN DAN METODE

Kegiatan penelitian dilaksanakan di perkebunan kelapa sawit yang berada di Indragiri Hulu, Riau pada 25 Februari 2015 hingga 25 Februari 2016. Tanaman kelapa sawit yang dijadikan pohon pengujian telah berumur 7 tahun tetapi termasuk kategori tanaman menghasilkan tahun ke-2 (TM 2) karena keterlambatan masa TBM yang salah satunya disebabkan kurangnya perawatan kebun. Areal tanam merupakan lahan gambut tipe Hemix dengan kedalaman lebih dari 1 m. Satu blok berbentuk persegi panjang dengan luas 23,45 ha dengan bahan tanaman yang sama, kondisi tanaman kelapa sawit dan vegetasi gulma yang relatif sama dipilih sebagai blok pengujian. Blok pengujian tersebut juga dikelilingi oleh blok-blok lain yang memiliki kondisi yang serupa dan hanya dipisahkan oleh kanal maupun jalan produksi.

### Perlakuan Penyemprotan Insektisida

Empat perlakuan yang dilakukan terdiri dari tiga perlakuan penyemprotan menggunakan insektisida dan satu perlakuan kontrol tanpa penyemprotan sebagai pembanding. Dua perlakuan merupakan penyemprotan insektisida tunggal yaitu aplikasi insektisida sistemik bahan aktif Fipronil 50 SC dan insektisida biologis bahan aktif *Bacillus thuringiensis* SC, sedangkan satu perlakuan lain dalam percobaan ini yaitu aplikasi kombinasi melalui rotasi penyemprotan yang dilakukan dengan ketentuan satu kali aplikasi insektisida Klorantraniliprol 50 SC diikuti dengan tiga kali aplikasi insektisida biologis *B. thuringiensis* (Tabel 1). Blok pengujian dibagi menjadi 4 bagian sehingga masing-masing perlakuan memiliki luasan 5-6 ha.

Kegiatan penyemprotan dilakukan setiap dua minggu sekali selama sembilan bulan (Februari – September 2015) menggunakan alat *mist blower* dengan volume semprot 400-500 L/ha. Kegiatan ini merupakan bagian dari pengendalian hama *Tirathaba rufivena* dan pengaruhnya terhadap serangga penyerbuk *Elaeidobius kamerunicus* maupun produktivitas kelapa sawit (Prasetyo *et al.*, 2019).

Tabel 1. Perlakuan aplikasi insektisida  
 Table 1. Treatments of insecticides application

No	Perlakuan	Keterangan
1.	Fipronil	Produk insektisida formulasi 50 SC dengan konsentrasi aplikasi 37,5 mL produk komersil/15 L air bersih
2.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Produk bioinsektisida formulasi SC dengan konsentrasi aplikasi 30 mL produk komersil/15 L air bersih
3.	Kombinasi	Aplikasi insektisida Klorantraniliprol formulasi 50 SC (satu kali) dengan konsentrasi aplikasi 15 mL produk komersil/L air bersih kemudian diikuti <i>B. thuringiensis</i> SC (tiga kali) dengan konsentrasi aplikasi 30 mL produk komersil/15 L air bersih
4.	Kontrol	Tanpa aplikasi insektisida

### Pengambilan Sampel Serangga

Pengambilan sampel dilakukan dengan memasang berbagai perangkap pada lahan pengujian dan menangkap serangga secara langsung. Pengambilan sampel serangga dilakukan setiap bulan, minimal 3 hari setelah aplikasi (hsa) dengan perangkap yang digunakan yaitu nampam kuning dan *Malaise trap*, sedangkan penangkapan serangga secara langsung dilakukan menggunakan jaring serangga. Kegiatan pengambilan sampel dilakukan di tengah-tengah blok perlakuan pada titik yang sama.

Perangkap nampam kuning dipasang pada setiap tanaman sampel. Sebanyak 10 tanaman sampel dipilih, 1 buah nampam kuning (ukuran lebar 5 cm, panjang 10 cm, dan tinggi 5 cm) dipasang pada setiap tanaman sampel dengan jarak 10 cm dari batang. Nampam kuning diisi dengan air sabun untuk mematikan serangga yang tertangkap dan dibiarkan di lapangan selama 24 jam. Pemasangan perangkap nampam kuning dilakukan sebanyak 3 kali (3 hari) di setiap pengamatan. Serangga yang terperangkap dimasukkan ke dalam kantong plastik. Serangga yang dikoleksi kemudian disaring, dicuci dengan air mengalir dan dimasukkan ke dalam tabung film yang berisi alkohol 70% kemudian diberi label.

Perangkap *Malaise* dipasang di tengah blok dan dibiarkan selama 24 jam. Pemasangan *Malaise trap* juga dilakukan sebanyak 3 kali (3 hari) di setiap pengamatan. Serangga yang diperoleh kemudian

disortasi dan dimasukkan ke dalam botol film yang berisi alkohol 70% kemudian diberi label.

Pengambilan sampel serangga menggunakan jaring dilakukan sebanyak 200 kali ayunan di bagian tengah areal percobaan di setiap pengamatan. Satu kali ayunan adalah mengayunkan jaring satu kali ke kiri dan ke kanan. Lokasi penjaringan dilakukan di jalan pikul, gawangan mati, piringan dan gulma epifit yang menempel pada batang kelapa sawit. Serangga yang terperangkap dalam jaring kemudian diambil dengan bantuan aspirator dan pinset serangga dan dimasukkan ke dalam botol film yang berisi alkohol 70% dan diberi label.

### Identifikasi Serangga dan Analisis Keanekaragaman

Seluruh botol film yang berisi serangga yang diperoleh dari lapangan pada setiap pengamatan di bawa ke laboratorium Proteksi Tanaman, PPKS Marihat. Setiap serangga diidentifikasi hingga tingkat famili dengan acuan beberapa kunci identifikasi yakni oleh Borror *et al.* (1996) dan Lawrence *et al.* (1996). Analisis data dilakukan dengan penghitungan indeks keanekaragaman Shannon dan sebarannya (*Evenness*) (Magurran, 2004). Indeks keanekaragaman Shannon dihitung dengan formula:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

$$H' = \text{Indeks keanekaragaman jenis}$$

$P_i$  = Proporsi spesies ke- $i$  terhadap total jumlah contoh ( $n/N$ )

Sebaran keanekaragaman Shannon dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$E = H' / \ln S$$

$E$  = Sebaran keanekaragaman jenis

$S$  = Jumlah spesies yang diperoleh

Data koleksi serangga diinput dalam sebuah tabel menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel, sedangkan analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak RStudio versi 1.1.383. Diagram venn disajikan untuk menggambarkan kesamaan famili serangga antar perlakuan. Diagram venn terdiri dari lingkaran tumpang tindih yang menggambarkan jumlah famili serangga yang memiliki kesamaan di antara grup perlakuan, sedangkan perbedaan digambarkan dalam porsi lingkaran yang tidak tumpang tindih. Diagram venn disusun dengan mengolah data famili serangga pada halaman daring interaktif (Oliveros, 2015).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keanekaragaman Serangga pada Lahan Pengujian

Serangga yang tertangkap selama pengamatan sejumlah 7.943 individu, terdiri dari 11 ordo dan 80 famili (Tabel 2). Proporsi total individu dan jumlah famili yang paling tinggi yaitu pada perlakuan kontrol sedangkan perlakuan lahan yang disemprot dengan insektisida kimia bahan aktif Fipronil memiliki proporsi total individu dan jumlah famili paling rendah di antara perlakuan lainnya. Hal ini membuktikan aplikasi insektisida kimiawi menyebabkan penurunan jenis dan populasi serangga di perkebunan kelapa sawit secara signifikan. Cahyasiwi dan Wood (2009); juga Irawan *et al.* 2017 melaporkan bahwa penggunaan insektisida kimia dalam pengendalian hama di perkebunan kelapa sawit mengakibatkan dampak yang sangat merugikan seperti matinya parasitoid dan predator, terutama pada penggunaan insektisida kimia dengan spektrum yang luas. Hilangnya musuh alami berupa parasitoid dan predator dapat memicu terjadinya resurgensi hama pada perkebunan kelapa sawit.

Hasil aplikasi insektisida biologis dengan bahan aktif *B. thuringiensis* memiliki proporsi individu dan

jumlah famili yang berada di antara kontrol dan perlakuan insektisida kimia. Aplikasi dengan insektisida biologis ini juga berpotensi menurunkan jumlah kelimpahan individu serangga namun tidak signifikan seperti halnya dengan insektisida kimia. Racun yang dihasilkan oleh *B. thuringiensis* memiliki spektrum yang tidak luas, terbatas hanya pada beberapa ordo tertentu, misalnya Lepidoptera, Diptera, Hemiptera, dan Coleoptera yang dominan berperan sebagai fitofag (van Frankenhuyzen, 2013). Proporsi total individu dan jumlah famili pada perlakuan kombinasi insektisida bahan aktif Klorantraniliprol dan *B. thuringiensis* tidak terlalu berbeda dengan hasil perlakuan tunggal insektisida biologis *B. thuringiensis*. Insektisida sintetik bahan aktif Klorantraniliprol menyebabkan penurunan jumlah kelimpahan serangga namun tidak terlalu signifikan. Insektisida bahan aktif Klorantraniliprol diketahui mempunyai spektrum target khususnya pada Lepidoptera seperti *Spodoptera exigua* (Zhang *et al.*, 2014; Febrianasari, 2014) serta beberapa serangga dari ordo Coleoptera, Diptera, dan Hemiptera (Zhang *et al.*, 2013).

Keanekaragaman serangga yang berhasil dikoleksi dapat dikelompokkan sesuai peran di alam yaitu dekomposer, fitofag (hama dan polinator), parasitoid, dan predator. Dalam setiap perlakuan, dilakukan pembagian proporsi dalam bentuk persen peran. Di seluruh perlakuan, presentasi terbesar serangga-serangga yang berhasil dikoleksi berperan sebagai dekomposer yaitu 40-57% diikuti fitofag (24-38%), predator (13-14%), dan parasitoid (5-10%) (Gambar 1). Tingginya dekomposer yang didominasi ordo Diptera disebabkan lahan pengujian yang merupakan areal gambut dengan kedalaman gambut lebih dari 1 m. Peranan fitofag menunjukkan beberapa serangga bersifat sebagai hama kelapa sawit misalnya dari famili Limacodidae dan Psychidae. Namun di lain pihak, komposisi musuh alami parasitoid dan predator cukup tinggi jenisnya.

### Distribusi Famili dan Jumlah Individu pada Setiap Perlakuan

Distribusi famili pada masing-masing lahan percobaan termasuk dalam kategori tinggi ( $>0,6$ ) yang menandakan tidak ada famili yang mendominasi pada tiap perlakuan (Tabel 2). Rozziansha dan Maryana (2010) menyatakan semakin rendah nilai indeks sebaran

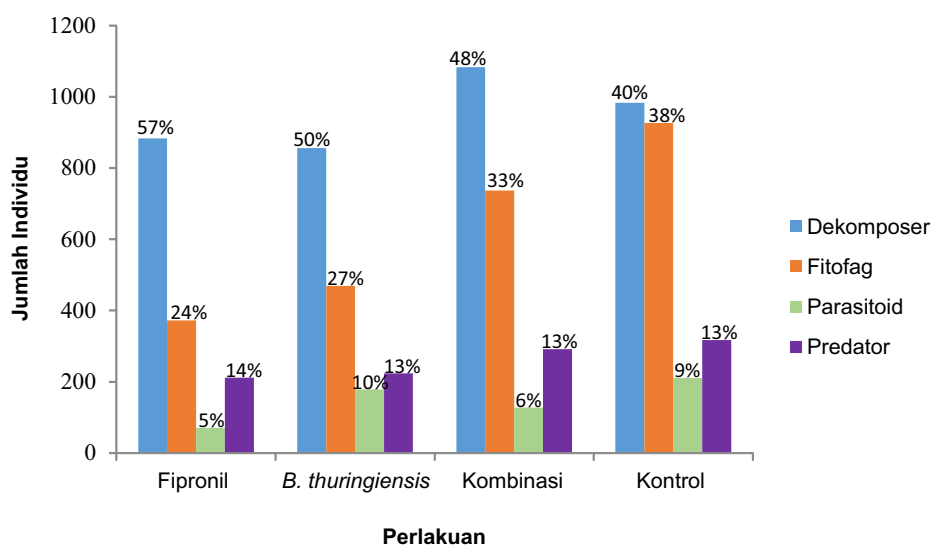
(E) dalam suatu ekosistem menunjukkan komposisi jenis serangga tidak merata dan adanya dominasi suatu jenis serangga menyebabkan komunitas menjadi tidak stabil. Namun sebaliknya, jika nilai indeks sebaran tinggi atau mendekati 1, maka komposisi jenis (spesies) menjadi merata dan stabil. Sanjaya dan Dibiyantoro (2012); Susanti ,*et al.*, (2016 a&b) juga menyatakan bahwa semakin tinggi nilai indeks sebaran, maka semakin sama kesempatan dari setiap jenis serangga dalam komunitas tersebut.

Dari 80 famili yang berhasil dikoleksi, sebanyak 41 di antaranya terdapat di seluruh lahan perlakuan. Aplikasi berbagai macam bahan aktif insektisida tersebut memberikan pengaruh dimana paling sedikit

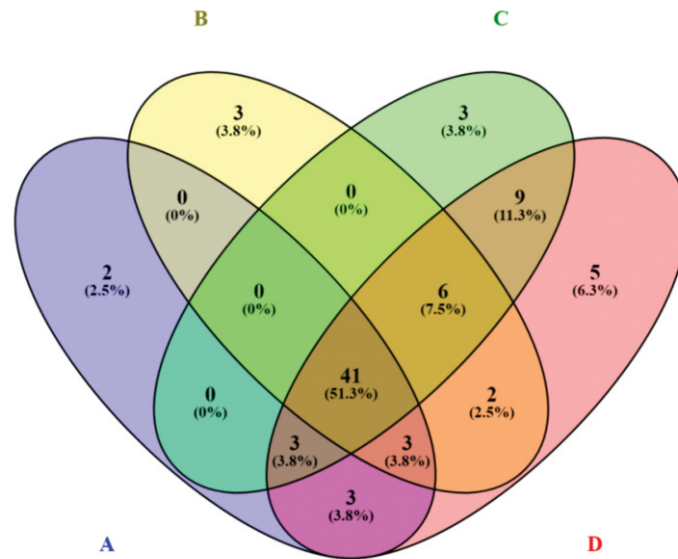
ada satu perlakuan insektisida yang berbeda nyata terhadap jumlah famili serangga ( $F_{3, 48} = 2.388$ ,  $P = 0.0805$ ). Distribusi famili dari masing-masing lahan percobaan disajikan dalam diagram Venn yang memuat komposisi famili yang beririsan antar perlakuan (Gambar 2). Aplikasi insektisida kimia Fipronil menyebabkan hilangnya beberapa spesies serangga yang berasal dari enam famili dimana pada lahan perlakuan lain serangga-serangga tersebut dapat ditemukan. Spesies serangga yang hilang atau tidak ditemukan tersebut berasal dari enam famili yaitu Chlorophidae, Derbidae, Diapriidae, Limacodidae, Psychodidae, dan Thripidae.

Tabel 1. Perlakuan aplikasi insektisida  
Table 1. Treatments of insecticides application

Perlakuan	Ordo	Famili	Total Individu	Proporsi Individu	Indeks Shannon (H')	Indeks Sebaran (E)
Fipronil	10	52	1.538	19%	2,87	0,73
<i>B. thuringiensis</i>	11	55	1.728	22%	3,33	0,83
Kombinasi	9	62	2.240	28%	3,02	0,73
Kontrol	11	72	2.437	31%	3,34	0,78
Total	11	80	7.943	100%	3,27	0,75



Gambar 1. Presentase proporsi serangga berdasarkan perannya yang dikoleksi pada setiap blok perlakuan  
Figure 1. Percentage of insect proportion based on their role that collected in each treatment block



Gambar 2. Diagram venn jumlah famili serangga yang ditemukan pada empat perlakuan: A) Fipronil, B) *Bacillus thuringiensis*, C) Kombinasi, dan D) Kontrol

Figure 2. Venn diagram of number of insect families that found in four treatments: A) Fipronil, B) *Bacillus thuringiensis*, C) Combination, and D) Control

Sebagian besar anggota famili dari Limacodidae dan Thripidae merupakan serangga penting yang terdapat di kebun kelapa sawit yaitu ulat api sebagai hama pemakan daun kelapa sawit (Susanto *et al.*, 2012) dan spesies thrips polinator (Prasetyo dan Susanto, 2012). Aplikasi insektisida kimia Fipronil secara intensif menyebabkan spesies-spesies serangga dari kedua famili tersebut menghilang. Hal ini berimplikasi bahwa dalam teknis pengendalian melalui penyemprotan insektisida kimia secara insentif mampu mengendalikan hama ulat api namun berpengaruh terhadap hilangnya serangga non-target yang lain, seperti yang telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya. Bahkan apabila hal ini dilakukan secara terus menerus dapat berpotensi menyebabkan resistensi dan resurgensi hama yang dapat mendorong terjadinya ledakan hama lain seperti ulat bulu di masa yang akan datang (Prasetyo dan Susanto, 2014).

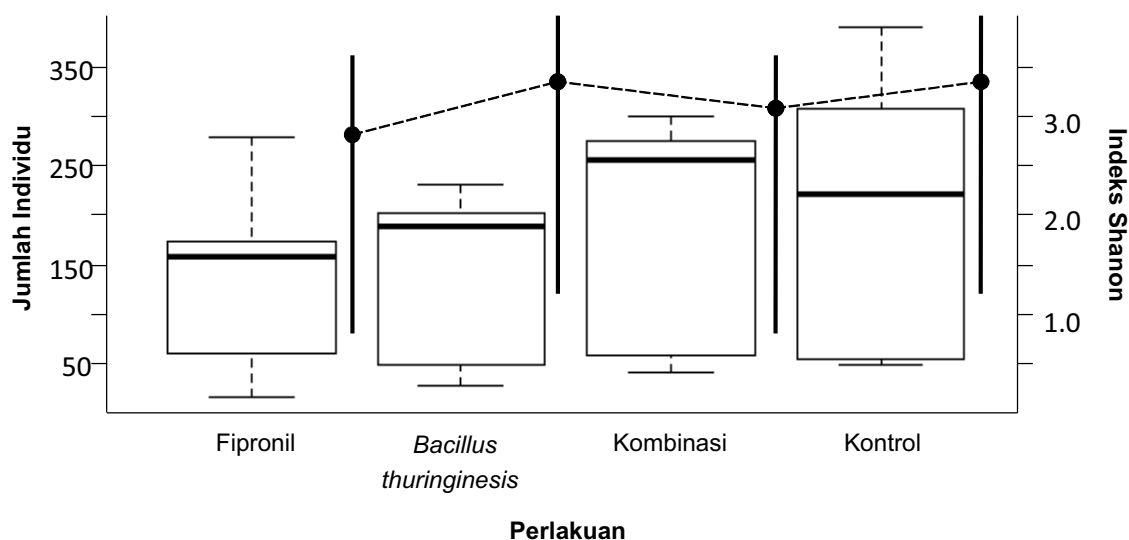
Aplikasi insektisida kimia Fipronil juga mampu mempengaruhi jumlah individu dan keanekaragaman serangga di lahan percobaan yang diaplikasikan bahan aktif tersebut (Gambar 3). Nilai median jumlah individu dan indeks keanekaragaman pada aplikasi insektisida Fipronil paling rendah di antara perlakuan lain dan kontrol. Pada perlakuan insektisida biologi *B. thuringiensis*, median jumlah individu yang

tertangkap lebih kecil namun nilai indeks keanekaragaman lebih tinggi daripada perlakuan kombinasi. Hal ini disebabkan karena spektrum target perlakuan kombinasi insektisida lebih luas dari pada insektisida biologis *B. thuringiensis*.

Menurut Chenchouni *et al.* (2015) nilai indeks keanekaragaman yang rendah menandakan bahwa keanekaragaman jenis dalam komunitas tersebut juga rendah dan komunitas tersebut menjadi tidak stabil. Aplikasi insektisida kombinasi antara bahan aktif kimia Klorantraniliprol dengan biologi *B. thuringiensis* tidak menyebabkan kehilangan jumlah individu dalam jumlah besar dibandingkan dengan aplikasi insektisida kimia Fipronil. Hal tersebut dapat dijadikan pertimbangan dalam penyusunan rekomendasi pengendalian hama penyakit tanaman di perkebunan kelapa sawit bahwa aplikasi kombinasi antara bahan aktif insektisida kimia dengan insektisida biologis beresiko rendah terhadap organisme non-target. Selain mempunyai spektrum yang tidak terlalu luas, insektisida bahan aktif Klorantraniliprol juga dikategorikan aman terhadap mamalia (termasuk manusia) sehingga dikategorikan sebagai insektisida label hijau (Clark, 2008). Insektisida kimia Klorantraniliprol juga terbukti aman terhadap serangga penyerbuk *E. kamerunicus* baik pengujian di laboratorium terhadap mortalitas

kumbang maupun di lapangan terhadap pengaruh kunjungan kumbang ke bunga jantan mekar (Prasetyo

dan Susanto, 2019) maupun ke bunga betina reseptif (Prasetyo *et al.*, 2018).



Gambar 3. Kelimpahan individu dan keanekaragaman serangga yang berasal dari setiap blok perlakuan  
 Figure 3. The individual richness and diversity of insects on each treatment block

## KESIMPULAN

Penggunaan insektisida kimia Fipronil secara rutin selama sembilan bulan berpengaruh terhadap nilai indeks keanekaragaman yaitu sebesar 2,87 yang merupakan nilai terendah dibandingkan dengan perlakuan lain. Jumlah famili serangga yang dikoleksi pada perlakuan insektisida kimia Fipronil paling rendah di antara perlakuan lain yaitu sebesar 52 famili diikuti dengan perlakuan Bt, kombinasi dan kontrol secara berturut-turut sebesar 55, 62, dan 72 famili.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R., M. A. Agustira, dan T. Wahyono. 2012. Statistik Industri Kelapa Sawit 2012. PPKS Press, Medan.
- Borror, D. J., C. A Triplehorn, and N. F. Johnson. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Eds 6. Gadjah Mada University Press, penerjemah. Yogyakarta: UGM Press. Terjemahan dari An Introduction to the Study of Insects.
- Cahyasiwi, L., B.J. Wood. 2009. Observasi

*Pengaruh Metoda Pengendalian Selektif dan Non Selektif pada Hama Ulat Api Setothosea asigna (Lepidoptera: Limacodidae) di Perkebunan Kelapa Sawit PT. Lonsum*. Medan: PT London Sumatera.

- Chenchouni, H., T. Menasria, S. Neffar, S. Chafaa, L. Bradai, R. Chaibi, M. N. Mekahlia, D. Bendjoudi, and A. Si Bachir. 2015. Spatiotemporal diversity, structure and trophic guilds of insect assemblages in a semi-arid Sabkha ecosystem. *PeerJ* 3: 850-860.
- Clark, D. A, G. P. Lahm, B. K. Smith, J. D. Barry, and D. G. Clagg. 2008. Synthesis of insecticidal fluorinated anthranilic diamides. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letter* 16:3163-3170.
- de Chenon, R.D. 2016. Keynote speech: the current and future challenges of pests, disease, weeds and biodiversity in oil palm. *Proceeding of Sixth IOPRI-MPOB International Seminar of Pests and*



- Diseases. Medan 27-29 September 2016.
- [Ditjenbun] Direktorat Jendral Perkebunan. 2019. *Statistik Perkebunan Indonesia 2017-2019 Kelapa Sawit*. Jakarta: Direktorat Jendral Perkebunan, Kementerian Pertanian RI, 81 p.
- Faylea, T. M., E. C. Turner, J. L. Snaddon, V. K. Chey, A. Y. C. Chung, P. Eggleton, and W. A. Foster. 2010. Oil palm expansion into rain forest greatly reduces ant biodiversity in canopy, epiphytes and leaf-litter. *Basic and Applied Ecology* 11: 337–345.
- Febrianasari, R., T. Hagus, dan A. Afandhi. 2014. Efektivitas Klorantraniliprol dan Flubendiamid pada ulat bawang merah (*Spodoptera exigua* Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal HPT* 2(4): 103-109.
- Fitzherbert, E.B., M. J. Struebig, A. Morel, F. Danielsen, C. A. Bruhl, P. F. Donald, and B. Phalan. 2008. How will oil palm expansion affect biodiversity?. *Trends in Ecology and Evolution* 23 (10) 112-123.
- Gullan, P. J. and P. S. Cranston. 2014. *The Insects: An Outline of Entomology, Fifth Edition*. USA: Wiley-Blackwell Publishing Ltd, 624 p.
- Irawan, MNS; R A. Kuswardani . 2017. Uji Residu Beberapa Bahan AktifPestisida terhadap Parasitoid Telur Trychogramma sp. (Hymenoptera:Trychogrammatidae) di Laboratorium. *Biolink (Jurnal Biologi, Lingkungan, Industri, Kesehatan)* 3(2)167-167.2017
- Lawrence, J. F., E. S. Nielsen, and I. M. Mackerras. 1996. *Skeletal Anatomy and Key to Orders*. Di dalam Naumann ID, Carne PB, Lawrence JF, Nielsen ES, Spradbery JP, Taylor RW, Whitten MJ, Littlejohn MJ, editor. *The Insect of Australia Volume II*. Victoria: Melbourne University Press.
- Lucey, J. M. and J. K. Hill. 2012. Spillover of Insects from Rain Forest into Adjacent Oil Palm Plantations. *Biotropica* 44 (3): 368–377.
- Lucey, J. M., N. Tawatao, M. J. M. Senior, V. K. Chey, S. Benedick, K. C. Hamer, P. Woodcock, R. J. Newton, S. H. Bottrell, and J. K. Hill. 2014. Tropical forest fragments contribute to species richness in adjacent oil palm plantations. *Biological Conservation* 169: 268–276.
- Magurran, A. E. 1996. *Ecological Diversity and Its Measurement*. London: Chapman and Hall.
- Oliveros, J.C. 2015. *Venny: An interactive tool for comparing lists with Venn's diagrams*. [daring]  
<http://bioinfogp.cnb.csic.es/tools/venny/index.html>. Diakses pada 21 April 2019.
- Prasetyo, A.E. dan A. Susanto. 2012. Meningkatkan *fruit set* kelapa sawit dengan teknik *hatch & carry Elaeidobius kamerunicus*. *Seri Kelapa Sawit Populer* 11. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 44 p.
- Prasetyo, A.E. dan A. Susanto. 2014. Mewaspadai ledakan hama *Pseudoresia desmierdechenoni* pada perkebunan kelapa sawit. *Warta PPKS* 19 (1): 31-37.
- Prasetyo, A. E., J. A. Lopez, J. R. Eldridge, D. H. Zommick, A. Susanto. 2018. Long-Term Study of *Bacillus thuringiensis* Application to Control *Tirathaba rufivena*, Along With the Impact to *Elaeidobius kamerunicus*, Insect Biodiversity and Oil Palm Productivity. *Journal of Oil Palm Research* 30(1): 71-82.
- Prasetyo, A.E. dan A. Susanto. 2019. Pengaruh insektisida terhadap aktivitas dan kemunculan kumbang baru *Elaeidobius kamerunicus* Faust (Coleoptera: Curculionidae) pada bunga jantan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 27 (1): 13-24.
- Rozziansha, T.A.P. and N. Maryana. 2010. Keanekaragaman serangga Hymenoptera (khususnya parasitoid) pada areal persawahan, kebun sayur dan hutan di daerah Bogor. *Prosiding Seminar Nasional VI Perhimpunan Entomologi Indonesia*



- (PEI): *Peranan Entomologi dalam Mendukung Pengembangan Pertanian Ramah Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat*, Bogor, 24 Juni 2010.
- Susanti, F; R A Kuswardani, S Rahayu, A Susanto 2016. Contribution of Epiphytes on the canopy Insect Population in Oil Plantation in North Sumatera . *Journal of Engineering and Applied Science*.11(11) 6982-6998.
- Susanti, F; R A Kuswardani, S Rahayu, A Susanto 2016. Diversity of Vascular and Insect Canopy insect Population in Oil Plantation in North Sumatera.
- Susanto, A., A.E. Prasetyo, D. Simanjuntak, T.A.P. Rozziansha, H. Priwiratama, Sudharto, R.D. de Chenon, A. Sipayung, A.T. Widi P, R.Y. Purba. 2012. EWS: ulat api, ulat kantung, ulat bulu. *Seri Kelapa Sawit Populer 09*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 53 p.
- Sanjaya, Y., L. H. Dibiyantoro. 2012. Keragaman Serangga pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*) yang Diberi Pestisida Sintetis Versus Biopestisida Racun Laba-Laba (*Nephila sp.*). *Jurnal HPT Tropika*. 12 (2): 192-199.
- van Frankenhuyzen, K. 2013. Cross-order and cross-phylum activity of *Bacillus thuringiensis* pesticidal proteins. *Journal of Invertebrate Pathology* 114: 76–85.
- Zhang, R, J. Dong, J. Chen, Q. Ji, and J. Cui. 2013. The Sublethal Effects of Chlorantraniliprole on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Integrative Agriculture* 12(3): 457-466.
- Zhang, P., M. Gao, and W. Mu. 2014. Resistant level of *Spodoptera exigua* to eight various insecticides in Shadong, China. *Journal of Pesticide Science* 39(1): 7-13.

