

**POTENSI *Sycanus dichotomus* (HEMIPTERA: REDUVIIDAE) SEBAGAI AGEN
KAWALAN BIOLOGI TERHADAP *Metisa plana* (LEPIDOPTERA: PSYCHIDAE)
DI LADANG KELAPA SAWIT**

*[THE POTENTIAL OF *Sycanus dichotomus* (HEMIPTERA: REDUVIIDAE) AS A
BIOLOGICAL CONTROL AGENT OF *Metisa plana* (LEPIDOPTERA: PSYCHIDAE)
IN OIL PALM PLANTATIONS]*

**Muhamad Fahmi-Halil^{1,2}, Mohamad Haris-Hussain^{1,2},
Dzulhelmi Muhammad Nasir³, Johari Jalinis^{1,2*}, Ruslan Mohd Yusop²,
Mohd Fauzi Mohd Muzamil² & Idris Abdul Ghani²**

¹Jabatan Sains Biologi dan Bioteknologi,

Fakulti Sains dan Teknologi,
Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 Bangi, Selangor, Malaysia

²Pusat Sistemik Serangga,
Fakulti Sains dan Teknologi,
Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 Bangi, Selangor, Malaysia

³Human-Wildlife Coexistence & ESG Unit,
Integrated Pest Management & Human-Wildlife Coexistence Department,
FGV R&D Sdn Bhd.
27000 Jerantut, Pahang

*Email Pengarang: johari_j@ukm.edu.my

Dihantar: 15 April 2025; Diterima: 5 November 2025; Terbitan: 15 Disember 2025

ABSTRAK

Ulat bungkus, *Metisa plana* (Lepidoptera: Psychidae) merupakan serangga perosak utama tanaman kelapa sawit di Malaysia yang menyebabkan kerugian ekonomi yang besar. Kajian ini dijalankan bagi menilai potensi *Sycanus dichotomus* (Hemiptera: Reduviidae) sebagai agen kawalan biologi terhadap *M. plana*. Penilaian dilakukan melalui dua pendekatan iaitu kajian tertutup dan kajian terbuka yang dijalankan pada pokok sawit yang diserang *M. plana* di ladang kelapa sawit milik Sime Darby Sdn. Bhd., Selangor. Dalam kajian tertutup, dua kadar pelepasan *S. dichotomus* (10 dan 20 ekor) dijalankan pada pokok kelapa sawit berusia empat tahun yang ditempatkan dalam sangkar jaring, bersama satu kumpulan kawalan tanpa pelepasan pemangsa. Sementara itu, kajian terbuka melibatkan pelepasan 70 ekor *S. dichotomus* di empat plot kelapa sawit, dengan empat plot tambahan dijadikan sebagai kawalan. Hasil kajian tertutup menunjukkan bahawa kumpulan rawatan dengan pelepasan 20 ekor *S. dichotomus* mencatatkan pengurangan paling ketara dalam bilangan larva *M. plana* sepanjang tiga hari pemerhatian, dengan perbezaan yang signifikan ($P < 0.05$) berbanding kumpulan kawalan. Namun, tiada perbezaan signifikan ($P > 0.05$) direkodkan antara kumpulan

10 dan 20 ekor. Dalam kajian terbuka pula, plot yang menerima pelepasan *S. dichotomus* menunjukkan purata bilangan larva *M. plana* yang paling rendah dan berbeza secara signifikan ($P < 0.05$) berbanding plot kawalan. Secara keseluruhannya, dapatan kajian ini mengesahkan potensi tinggi *S. dichotomus* sebagai agen kawalan biologi terhadap *M. plana*, dengan keupayaan pemangsaan yang berkesan. Kajian lanjutan di peringkat ladang amat disarankan bagi menilai keberkesanan sebenar *S. dichotomus* ini dalam pengurusan perosak secara bersepadu bagi ulat bungkus.

Kata kunci: Ulat Bungkus; *Metisa plana*; serangga pemangsa; *Sycanus dichotomus*; ladang kelapa sawit

ABSTRACT

Bagworm, *Metisa plana* (Lepidoptera: Psychidae), is a major pest of oil palm plantations in Malaysia, causing significant economic losses. This study was conducted to evaluate the potential of *Sycanus dichotomus* (Hemiptera: Reduviidae) as a biological control agent against *M. plana*. The assessment involved two approaches, closed and open field trials conducted on infested oil palm trees at Sime Darby Sdn. Bhd. plantation in Selangor. In the closed trial, two release rates of *S. dichotomus* (10 and 20 individuals) were applied to four-year-old oil palm trees enclosed in mesh cages, alongside a control group without predator release. Meanwhile, the open trial involved releasing 70 individuals of *S. dichotomus* into four oil palm plots, with four additional plots serving as controls. Results from the closed trial showed that the treatment group with 20 released individuals recorded the most significant reduction in *M. plana* larvae within three days of observation ($P < 0.05$) compared to the control group, although no significant difference ($P > 0.05$) was found between the 10- and 20-individual groups. In the open trial, plots with predator release exhibited the lowest average number of *M. plana* larvae, significantly different ($P < 0.05$) from the control plots. Overall, the findings confirm the high potential of *S. dichotomus* as an effective biological control agent against *M. plana*, and further large-scale field studies are recommended to assess its practical efficacy in integrated pest management.

Keywords: Bagworm; *Metisa plana*; predatory insect; *Sycanus dichotomus*; oil palm plantation

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit, *Elaeis guineensis* (Arecales: Arecaceae) adalah tanaman kultivar yang sering terdedah kepada serangan pelbagai jenis perosak seperti tikus, kulat, dan serangga perosak (Azmi et al. 2017; Harith-Fadzilah et al. 2020; Norman et al. 1998). Di Malaysia, *Metisa plana* atau lebih dikenali sebagai ulat bungkus merupakan pemakan daun kelapa sawit yang berkeupayaan membiak dengan banyak dan cepat (Kok et al. 2011). Spesies ini telah dikenali antara serangga perosak utama yang boleh menyebabkan kerosakan hasil tanaman kelapa sawit yang sangat serius (Corley & Tinker 2003; Halim et al. 2017). Dalam mengawal serangan perosak ini, pihak pengurusan ladang gemar menggunakan racun jenis trichlorfon dan acephate dengan kaedah semburan, dan juga racun jenis monocrotophos melalui kaedah suntikan batang kelapa sawit (Chong et al. 1991; Mat et al. 2020). Namun begitu, kos pengurusan serta kesan racun terhadap alam sekitar dan hidupan persekitaran telah menjadi antara isu yang sering dibangkitkan (Bolzonella et al. 2019).

Penggunaan serangga pemangsa dalam kawalan biologi ke atas beberapa jenis perosak utama tanaman telah mula mendapat perhatian dan menarik minat pelbagai pihak untuk dilaksanakan (Vázquez & Jacques 2019). Kaedah ini merupakan antara langkah alternatif dalam mengawal serangga perosak seperti ulat bungkus dalam mengurangkan penggunaan racun serangga perosak di ladang kelapa sawit memandangkan racun perosak berpotensi memberi impak negatif terhadap agen pendebunga sawit seperti *Elaeidobius kamerunicus* (Ismail et al. 2020; Zahari et al. 2019). Beberapa kajian terdahulu mendapati bahawa serangga pemangsa semulajadi dari kumpulan Reduviidae seperti *Zelus renardii* (Salerno et al. 2017) *Arilus cristatus* (Hagerty & Mcpherson 2000), dan *Rhynocoris marginatus* (Pradeep et al. 2022) berpotensi untuk dijadikan agen kawalan biologi ke atas pelbagai serangga perosak tanaman. Berbanding serangga pemangsa semulajadi yang lain, spesies daripada kumpulan ini mempunyai saiz badan yang besar dan berkeupayaan membunuh sebilangan besar larva serangga perosak (Soesatrijo 2023).

Sycanus dichotomus (Hemiptera: Reduviidae) adalah antara pemangsa semulajadi dari kumpulan Reduviidae yang banyak didapati di ladang kelapa sawit (Abdullah et al. 2020; Stone et al. 2023; Zulkefli et al. 2004). Beberapa kajian terdahulu telah menunjukkan spesies ini berpotensi untuk digunakan sebagai agen kawalan biologi ke atas larva serangga perosak (Basri et al. 1995; Halil et al. 2018; Norman et al. 1998). Pada semua peringkat kitaran hidupnya, spesies *S. dichotomus* ini telah terbukti berkeupayaan mencari dan menyerang larva serangga perosak seperti *M. plana* (Norman et al. 1998; Syari et al. 2010). Pemangsa ini juga mudah dipelihara dan dibiakkan di dalam makmal (Syari et al. 2011; Zulkefli et al. 2004), serta mempunyai daya ketahanan dan kerintangan yang tinggi terhadap racun serangga perosak yang digunakan terhadap ulat bungkus (Zulkefli 1996). Ini menjadi kelebihan kepada pemangsa ini untuk menggunakannya dalam kawalan biologi ke atas serangga perosak di kawasan ladang sawit.

Walau bagaimanapun, kajian lapangan terhadap keupayaan serangga pemangsa *S. dichotomus* dalam mengawal ulat bungkus di kawasan kelapa sawit kurang dilaporkan. Untuk itu, penyelidikan membabitkan kajian secara tertutup menggunakan sangkar jaring serta kajian secara terbuka di kawasan ladang kelapa sawit telah dijalankan bagi mengukur dan menilai keberkesanan pemangsaan *S. dichotomus* terhadap *M. plana*. Objektif kajian ini adalah untuk menyediakan maklumat awal dan menentukan kemampuan serangga pemangsa *S. dichotomus* yang dilepaskan ke dalam kawasan kelapa sawit untuk mengawal ulat bungkus *M. plana* melalui kajian sangkar jaring dan lapangan.

BAHAN DAN KAEDAH

Kawasan Kajian

Kajian ini telah dijalankan di kawasan ladang kelapa sawit milik syarikat perladangan Sime Darby Sdn. Bhd. di Selangor yang dikenalpasti diserang ulat bungkus, *Metisa plana* dengan tahap keterukan yang hampir sama pada pokok kelapa sawit yang berumur empat tahun. Kajian secara tertutup menggunakan sangkar jaring telah dijalankan di ladang kelapa sawit Sepang (Rajah 1) dan kajian secara terbuka telah dijalankan di ladang kelapa sawit Pulau Carey.



Rajah 1. Kajian menggunakan konsep sangkar jaring yang telah dijalankan di ladang kelapa sawit

Serangga Pemangsa, *Sycanus dichotomus*

Kajian ini menggunakan *S. dichotomus* peringkat dewasa dari jenis kultur makmal (Fahmi-Halil et al. 2021). Serangga pemangsa *S. dichotomus* yang digunakan di dalam penyelidikan ini merupakan generasi kedua yang telah dipelihara dan dibiakkan dengan memberi larva *Tenebrio molitor* sebagai diet makanannya di dalam Makmal Pemeliharaan Serangga, Pusat Sistemik Serangga, Universiti Kebangsaan Malaysia .

Kajian Terhadap Keberkesanan Pemangsaan *S. dichotomus* ke atas *M. plana* Secara Tertutup Menggunakan Sangkar Jaring

Kajian ini telah dijalankan pada 5 Mei hingga 18 Mei 2010 di kawasan sektor 06 dalam ladang kelapa sawit Sepang. Kajian ini membandingkan keberkesanan secara relatif terhadap perbezaan bilangan pemangsa *S. dichotomus* yang digunakan untuk mengawal populasi ulat bungkus dalam sangkar jaring. Eksperimen ini melibatkan lapan batang kelapa sawit yang ditutup dengan sangkar jaring dan empat batang kelapa sawit dipilih di sekitar kawasan kajian sebagai kawalan (Rajah 1). Pokok-pokok yang dipilih berusia sekitar empat tahun dan telah menunjukkan tanda diserang perosak ulat bungkus. Pokok kelapa sawit yang telah ditutup diperiksa terlebih dahulu untuk memastikan tiada musuh semula jadi lain berada dalam sangkar sebelum eksperimen dijalankan. Kawasan kajian juga dipastikan bersih dan bebas daripada sebarang semburan racun perosak.

Sejumlah 80 ekor *S. dichotomus* dilepaskan ke dalam empat sangkar yang mana setiap sangkar mengandungi 20 individu serangga pemangsa tersebut. Manakala 40 ekor *S. dichotomus* dilepaskan ke dalam baki empat sangkar lagi yang mana setiap sangkar mengandungi 10 individu serangga pemangsa. Sebanyak 10 pelepah daripada setiap pokok kelapa sawit yang digunakan dalam kajian dipilih secara rawak untuk diperiksa bilangan larva ulat bungkus bagi mewakili keseluruhan jumlah larva pada pokok tersebut. Pengiraan bilangan larva ulat bungkus dilakukan 24 jam sebelum serangga pemangsa dilepaskan. Data bilangan larva ulat bungkus yang tinggal pada pokok kelapa sawit dicatatkan mengikut hari iaitu sebelum pemangsa dilepaskan sebagai hari-1, tiga hari selepas eksperimen dijalankan sebagai hari-4, diikuti selang tiga hari selepas bacaan pertama sebagai hari-7 dan seterusnya sehingga eksperimen selesai iaitu bacaan terakhir pada hari-10 kajian. Bilangan *S. dichotomus* yang tinggal dalam sangkar jaring turut direkodkan.

Kajian Terhadap Keberkesanan Pemangsaan *S. dichotomus* ke atas *M. plana* Secara Terbuka

Kajian ini telah dijalankan daripada 13 Disember 2010 sehingga 28 Disember 2010 selama 16 hari di kawasan sektor 06C dalam kawasan kelapa sawit Pulau Carey. Kajian ini adalah untuk mengukur kemampuan pemangsa dewasa *S. dichotomus* di dalam mengawal populasi *M. plana* apabila dilepaskan ke dalam kawasan kelapa sawit yang telah diserang serangga perosak tersebut. Lapan plot dengan setiap plot berkeluasan satu hektar ($25 \times 16.7 \text{ m}^2$) dan mengandungi 150 batang pokok kelapa sawit yang berusia empat tahun telah dipilih. Setiap plot mempunyai garisan sempadan ($16.7 \times 16.7 \text{ m}^2$) antara setiap plot dan disusun mengikut reka bentuk eksperimen rawak blok lengkap. Empat plot telah dijadikan sebagai kawalan manakala empat plot lagi dijadikan sebagai kajian dengan melepaskan *S. dichotomus* ke dalam plot.

Sejumlah 70 individu *S. dichotomus* dewasa telah dilepaskan pada bahagian tengah plot bagi setiap plot kajian. Pengiraan larva *M. plana* pada kesemua plot dilakukan sebelum dan selepas *S. dichotomus* dilepaskan. Pengiraan dilakukan secara manual iaitu dengan memotong satu pelepah daun daripada setiap pokok kelapa sawit yang telah dipilih. Sebanyak 50 pokok daripada 150 pokok kelapa sawit bagi setiap plot kajian dan kawalan dipilih secara rawak untuk diperiksa serta direkodkan bilangan larva *M. plana* yang telah menyerang plot tersebut. Bacaan data bilangan larva *M. plana* diambil sebanyak empat kali iaitu bermula sebelum pemangsa *S. dichotomus* dilepaskan sebagai hari-1, diikuti tiga hari selepas eksperimen bermula sebagai hari-4, seterusnya selang tiga hari kemudian sebagai hari-7 dan bacaan terakhir dilakukan pada hari-13 selepas eksperimen dijalankan. Data bilangan pemangsa *S. dichotomus* yang dijumpai sepanjang eksperimen ini dijalankan turut direkodkan.

Analisis Statistik

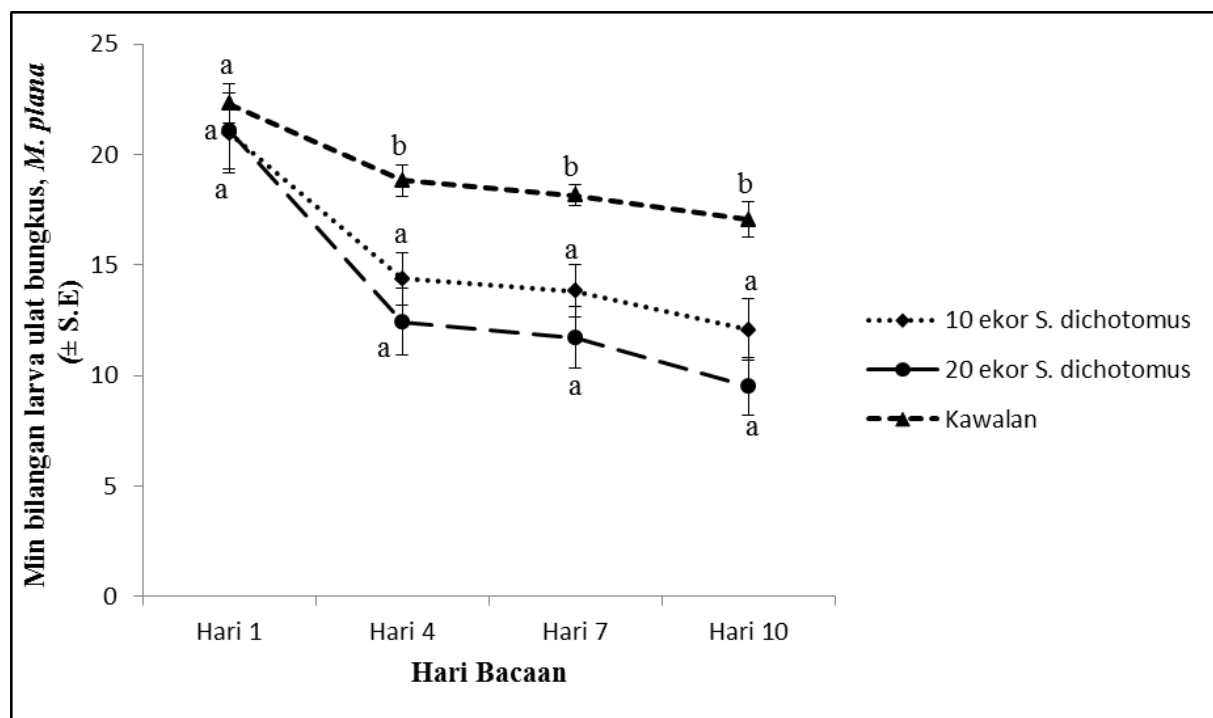
Data ditransformasikan menggunakan $\sqrt{x + 0.5}$ bagi memenuhi andaian kenormalan sebelum dianalisis. Jika ANOVA menunjukkan kesignifikan, nilai min bagi tiap-tiap perlakuan dibandingkan dengan menggunakan ujian Tukey. Kemudian, kajian terhadap keberkesanan pemangsaan *S. dichotomus* ke atas *M. plana* secara terbuka dengan mentransformasikan data kepada bentuk normal menggunakan $\sqrt{x + 0.5}$ sebelum dianalisa dengan menggunakan ujian 't' 2-sampel untuk mengetahui perbezaan min bilangan larva *M. plana* yang dicatatkan dalam plot eksperimen dan plot kawalan pada hari bacaan kajian. Semua analisis data telah dijalankan menggunakan program Minitab (Minitab Inc. 1998).

HASIL

Keberkesanan Pemangsaan *S. dichotomus* Ke Atas *M. plana* Secara Tertutup

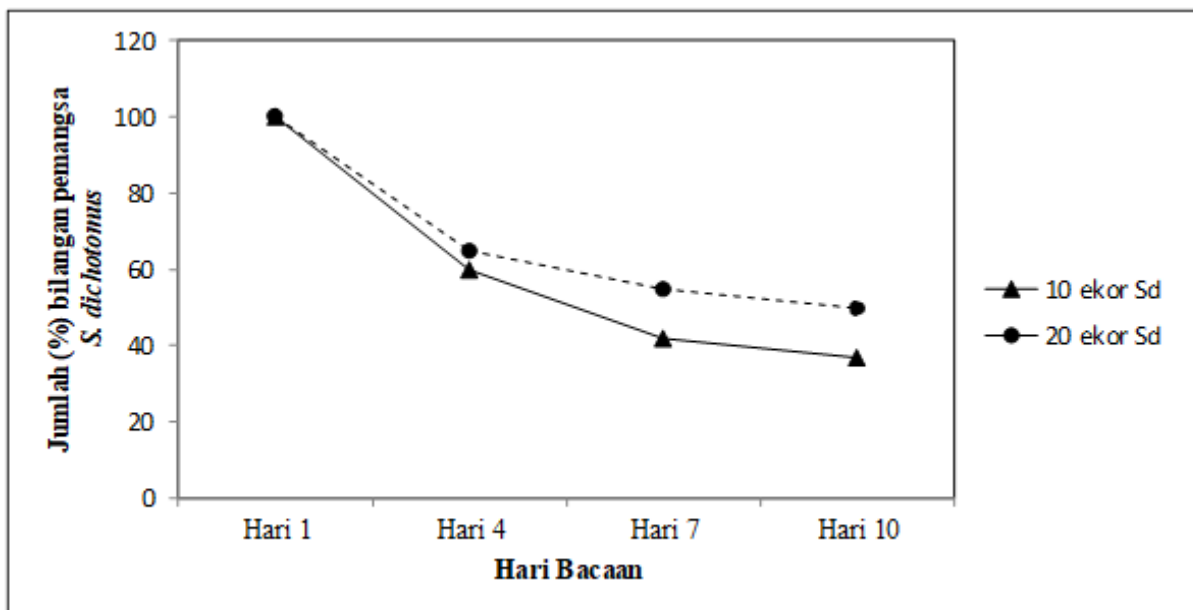
Secara keseluruhannya, terdapat penurunan daripada segi jumlah bilangan larva ulat bungkus yang dicatatkan pada ketiga-tiga perlakuan dalam eksperimen yang dijalankan (Rajah 2). Min bilangan larva *M. plana* tidak menunjukkan perbezaan yang bererti ($F=2.17$; $dk=2,11$; $P>0.05$) di antara ketiga-tiga perlakuan pada bacaan hari pertama eksperimen dijalankan. Namun begitu, terdapat perbezaan yang signifikan ($F=4.62$; $dk=2,11$; $P<0.05$) ditunjukkan terhadap min bilangan larva *M. plana* yang dicatatkan pada bacaan hari-4 eksperimen dijalankan. Sangkar yang dilepaskan 20 individu *S. dichotomus* mencatatkan min bilangan larva *M. plana* paling rendah dan berbeza secara signifikan ($P<0.05$) berbanding kawalan tetapi tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan ($P>0.05$) dengan 10 ekor *S. dichotomus* (Rajah 2).

Hal yang sama turut direkodkan pada bacaan hari-7 eksperimen dijalankan yang mana terdapat perbezaan yang signifikan ($F=6.46$; $dk=2,11$; $P<0.05$) dicatatkan pada min bilangan larva *M. plana* dalam ketiga-tiga perlakuan. Sangkar yang dilepaskan bilangan pemangsa *S. dichotomus* 10 ekor dan 20 ekor mencatatkan min bilangan larva yang berbeza secara signifikan ($P<0.05$) berbanding kawalan. Manakala terdapat perbezaan yang signifikan ($F=9.48$; $dk=2,11$; $P<0.05$) ditunjukkan terhadap min bilangan larva *M. plana* yang dicatatkan pada bacaan terakhir hari-10 eksperimen dijalankan. Sangkar yang dilepaskan 20 ekor *S. dichotomus* mencatatkan min bilangan larva *M. plana* paling sedikit dan berbeza secara signifikan ($P<0.05$) berbanding dengan kawalan tetapi tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan ($P>0.05$) dengan 10 ekor *S. dichotomus* (Rajah 2).



Rajah 2. Bilangan larva ulat *Metisa plana* (Min $\pm$ SE) mengikut jenis perlakuan per hari eksperimen. (Nota: Abjad yang sama dalam rajah menunjukkan perbezaan yang tidak bererti pada ($P>0.05$) pada hari bacaan)

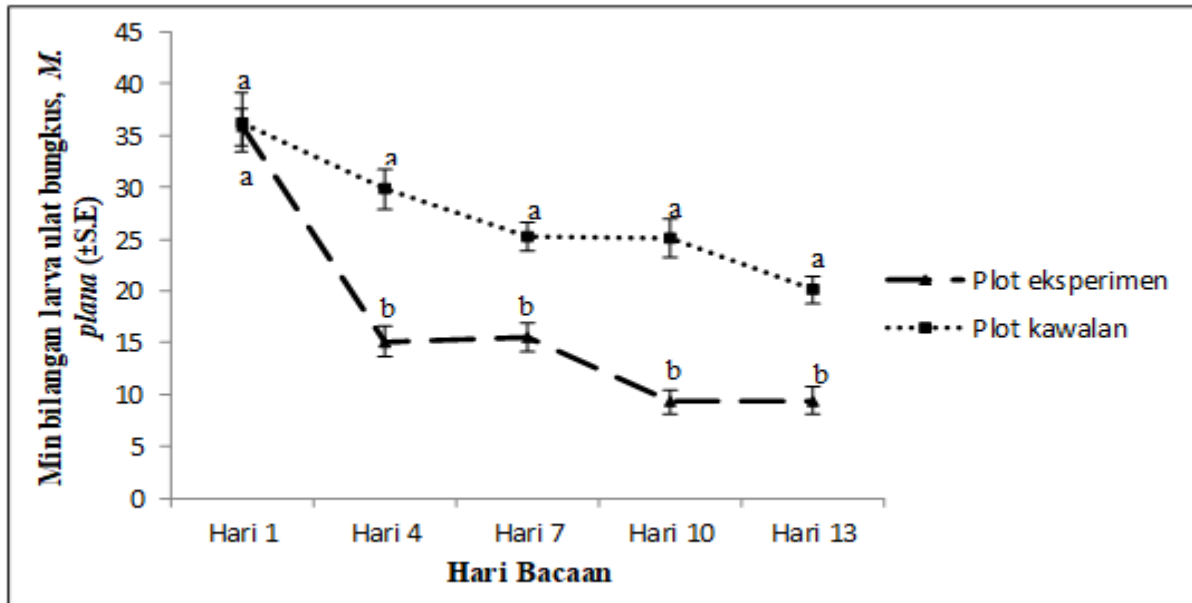
Sementara itu, hasil pemerhatian ke atas *S. dichotomus* sepanjang kajian dijalankan menunjukkan kemerosotan jumlah peratusan bilangan pemangsa yang tinggal pada kedua-dua perlakuan apabila dilepaskan ke dalam sangkar jaring (Rajah 3). Daripada hari-1 kesemua bilangan *S. dichotomus* dilepaskan, sebanyak 65% dan 60% bilangan *S. dichotomus* yang tinggal direkodkan masing-masing bagi sangkar 20 individu *S. dichotomus* dan sangkar 10 individu *S. dichotomus* pada hari-4 eksperimen dijalankan. Ini diikuti pada hari-7 eksperimen dijalankan yang mana jumlah *S. dichotomus* yang tinggal direkodkan berkurangan kepada 55% bagi sangkar dengan 20 individu *S. dichotomus* dan 42% bagi 10 individu *S. dichotomus*. Pada hari-10 eksperimen dijalankan, sangkar jaring yang mempunti 20 individu *S. dichotomus* merekodkan bilangan pemangsa sebanyak 50% manakala sebanyak 37% dicatatkan pada sangkar jaring yang mempunyai 10 individu *S. dichotomus*.



Rajah 3. Peratus bilangan *S. dichotomus* yang tinggal dalam sangkar berdasarkan perlakuan mengikut hari bacaan

Keberkesanan Pemangsaan *S. dichotomus* Ke Atas *M. plana* Secara Terbuka

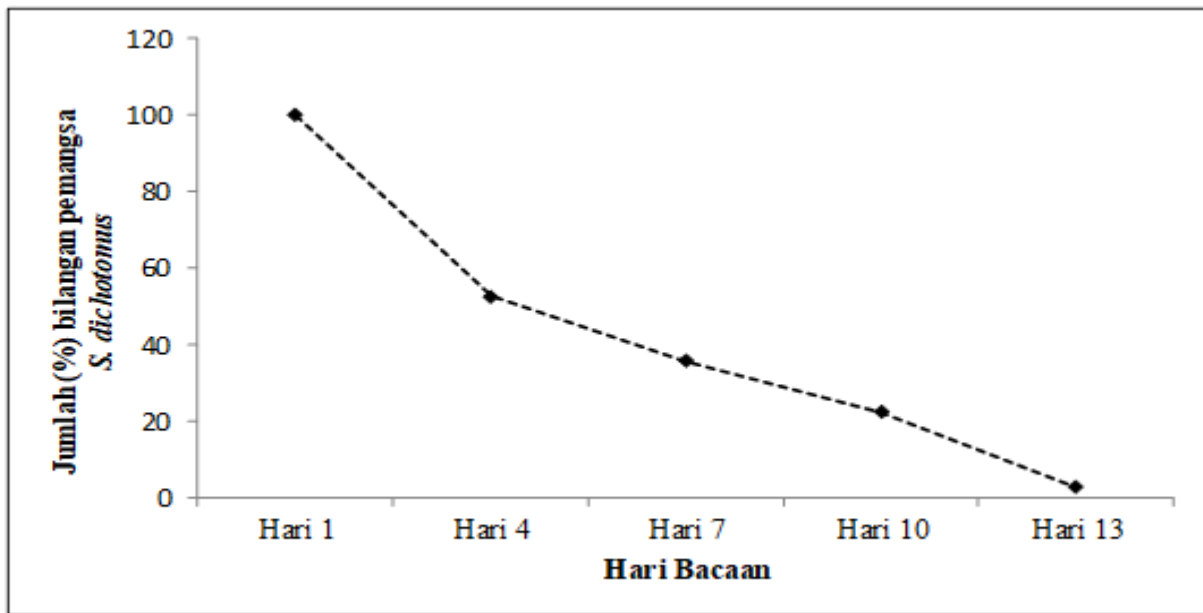
Hasil kajian mendapati kedua-dua jenis plot kajian menunjukkan penurunan jumlah bilangan larva *M. plana* (Rajah 4). Min bilangan larva *M. plana* yang dicatatkan pada hari-1 eksperimen dijalankan tidak menunjukkan sebarang perbezaan yang bererti ($t=1.24$; $dk=5$; $P>0.05$) di antara plot eksperimen dengan plot kawalan. Namun begitu, terdapat perbezaan yang bererti ($t=6.29$; $dk=5$; $P<0.05$) ditunjukkan terhadap min bilangan larva *M. plana* yang dicatatkan pada hari-4 eksperimen dijalankan. Plot eksperimen mencatatkan min bilangan larva *M. plana* yang lebih rendah dan berbeza secara signifikan ($P<0.05$) berbanding dengan plot kawalan. Hal yang sama turut didapati pada hari-7 eksperimen dijalankan apabila kajian menunjukkan perbezaan yang bererti ($t=4.97$; $dk=5$; $P<0.05$) terhadap min bilangan larva *M. plana*. Bilangan larva *M. plana* pada plot eksperimen mencatatkan sedikit peningkatan tetapi masih lebih rendah dan berbeza secara signifikan ($P<0.05$) berbanding plot kawalan (Rajah 4).



Rajah 4. Bilangan larva *Metisa plana* (Min±SE) mengikut jenis plot per hari eksperimen. (Nota: Abjad yang sama dalam rajah menunjukkan perbezaan yang tidak bererti pada ($P>0.05$) pada hari bacaan)

Terdapat perbezaan yang bererti ($t=5.67$; $dk=3$; $P<0.05$) ditunjukkan terhadap min bilangan larva *M. plana* pada hari-10 eksperimen dijalankan. Plot eksperimen mencatatkan bilangan larva *M. plana* yang lebih rendah dan berbeza secara signifikan ($P<0.05$) berbanding dengan plot kawalan. Ini diikuti pada hari-13 eksperimen dijalankan apabila min bilangan larva *M. plana* menunjukkan perbezaan yang bererti ($t=4.34$; $dk=3$; $P<0.05$) di antara plot kajian. Bilangan larva yang dicatatkan pada plot eksperimen adalah lebih rendah dan berbeza secara signifikan ($P<0.05$) berbanding plot kawalan walaupun terdapat sedikit peningkatan daripada segi bilangan min pada plot eksperimen (Rajah 4).

Hasil pemerhatian ke atas *S. dichotomus* yang dilepaskan ke dalam plot eksperimen mendapati bahawa terdapat pengurangan daripada segi jumlah peratusan bilangan *S. dichotomus* yang dicatatkan sepanjang kajian ini dijalankan (Rajah 5). Purata bilangan *S. dichotomus* yang dicatatkan dalam plot eksperimen menunjukkan pengurangan jumlah peratusan daripada 100% pada hari-1 kajian kepada 52.7% pada hari-4 kajian. Ini diikuti pada hari-7 kajian apabila bilangan *S. dichotomus* yang dicatatkan dalam plot eksperimen menunjukkan pengurangan jumlah peratusan kepada 35.7%. Begitu juga keadaan yang sama didapati pada hari-10 kajian apabila bilangan *S. dichotomus* yang dicatatkan dalam plot menunjukkan pengurangan jumlah peratusan kepada 22.5%. Manakala jumlah peratusan bilangan *S. dichotomus* yang dicatatkan pada hari-13 kajian adalah paling sedikit iaitu sebanyak 2.86% berbanding hari-hari yang lain.



Rajah 5. Peratus bilangan pemangsa *S. dichotomus* yang tinggal dalam plot eksperimen mengikut hari bacaan

PERBINCANGAN

Beberapa kajian terdahulu turut mengenal pasti keupayaan dan kecenderungan *Sycanus dichotomus* untuk menyerang larva *M. plana* dalam kawasan tanaman kepala sawit (Jamian et al. 2016; Jamian & Adam 2018). Dalam kajian ini, *S. dichotomus* telah direkodkan berkemampuan untuk menurunkan bilangan larva *Metisa plana* sama ada melalui eksperimen dalam sangkar dan juga melalui kajian secara terbuka. Syari et al. (2011) menyatakan bahawa *S. dichotomus* mampu membunuh bilangan larva *M. plana* yang lebih tinggi di kawasan lapangan berbanding di dalam makmal. Faktor abiotik seperti suhu dan keamatan cahaya persekitaran mungkin mempengaruhi aktiviti serangga (Haris et al. 2014). Jika dibandingkan dengan pemangsa serangga semulajadi yang lain, *S. dichotomus* mampu mencari dan memakan serangga perosak seperti larva *M. plana* dengan lebih berkesan kerana saiz tubuhnya yang besar dan mempunyai *rostrum* yang lebih panjang (Ahmad & Kamarudin 2016; Zulkefli 1996).

Rata-rata bilangan individu *M. plana* yang direkodkan menunjukkan penurunan yang ketara apabila *S. dichotomus* dilepaskan ke dalam sangkar jaring berbanding kawalan. Greene dan Shepard (1974) turut mendapati keadaan yang serupa yang mana *Sycanus indagator* yang digunakan dalam kajian sangkar mampu membunuh sejumlah 40% hingga 50% bilangan larva perosak tanaman kacang soya. Begitu juga, bagi spesies-spesies lain dalam kumpulan Reduviidae melalui kajian sangkar jaring, didapati kebanyakannya mampu membunuh lebih 50% individu daripada beberapa jenis larva serangga perosak (Liu et al. 2012). Menurut Sahayaraj et al. (2016), keupayaan serangga pemangsa semulajadi dalam membunuh serangga perosak bergantung kepada jenis serangga perosak yang ingin dikawal.

Bilangan individu *S. dichotomus* yang dilepaskan ke dalam sangkar jaring turut mempengaruhi bilangan individu larva *M. plana* yang dimakannya. Kajian yang telah dijalankan Maryani et al. (2010) ke atas *Sycanus croceovittatus* terhadap perosak sawit, *Setothosea asigna* turut mendapati faktor kepadatan pemangsa serta tempoh masa yang pendek bagi pemangsa untuk mencari mangsanya di lapangan mampu meningkatkan keberkesanan

pemangsa membunuh mangsanya. Hal ini menjelaskan aktiviti pemangsaan seperti kadar serangan dan kadar penemuan pemangsa semulajadi terhadap mangsanya meningkat apabila bilangan pemangsa mencapai kepadatan yang tinggi (Sahayaraj et al. 2016; Symondson et al. 2002). Maka, bilangan pemangsa *S. dichotomus* yang tinggi mampu membunuh lebih banyak larva *M. plana* pada satu-satu masa.

Secara umum, pertumbuhan populasi serangga banyak dipengaruhi oleh faktor cuaca, persekitaran (Johnson & Haynes 2023) dan jenis makanannya (Rinehart et al. 2017). Dalam kajian ini, bilangan *S. dichotomus* yang tinggal setelah dilepaskan ke dalam sangkar jaring mencatatkan kemerosotan. Keadaan ini mungkin disebabkan sesetengah *S. dichotomus* yang dilepaskan tidak mampu menyesuaikan diri dengan persekitaran yang berbeza dan akhirnya mati. Oleh itu, kaedah melepaskan bilangan individu *S. dichotomus* yang lebih tinggi amat diperlukan untuk mendapatkan keberkesanannya terhadap serangga perosak. Kaedah ini bertepatan dengan hasil kajian yang dijalankan oleh Greene dan Shepard (1974) ke atas *Sycanus indagator* yang turut mendapati peratusan kematian yang dicatatkan adalah rendah pada kepadatan bilangan individu *S. indagator* yang tinggi.

Sementara itu, hasil kajian lapangan menunjukkan terdapat peningkatan bilangan larva *M. plana* yang direkodkan pada akhir eksperimen walaupun di awal eksperimen ia mencatatkan penurunan. Keadaan ini dilihat mempunyai kaitan dengan ketidakseimbangan bilangan pemangsa *S. dichotomus* yang didapati dalam kawasan kajian. Ini berkemungkinan disebabkan faktor kekurangan bilangan larva *M. plana* pada awal eksperimen yang mendorong penghijrahan *S. dichotomus* dari kawasan plot kajian ke kawasan lain untuk mencari sumber makanan. Menurut Shaw et al. (2021), serangga pemangsa berpindah ke kawasan lain bertujuan untuk mengelakkan persaingan sesama sendiri akibat sumber makanan yang tidak mencukupi dalam kawasan asalnya. Selain itu, faktor kehadiran beberapa serangga perosak lain yang menyerang tanaman sawit seperti *Setothosea asigna* dan *Darna trima* mampu mempengaruhi corak pemakanan *S. dichotomus* walaupun kajian makmal mendapati *S. dichotomus* lebih cenderung untuk memakan *M. plana* berbanding dengan perosak lain (Fahmi-Halil et al. 2021). Menurut Snyder dan Ives (2003), hal ini disebabkan ciri serangga pemangsa yang memakan pelbagai jenis perosak lain sebagai sumber makanan alternatif mampu menjejaskan keberkesanan serangga pemangsa ke atas kawalan biologi terhadap perosak utama tanaman.

KESIMPULAN

Kajian ini membuktikan bahawa *S. dichotomus* berpotensi sebagai agen kawalan biologi yang efektif dalam mengurangkan populasi larva *M. plana* di dalam kawasan tertutup dan terbuka. Pendekatan menggunakan pemangsa semulajadi merupakan alternatif yang menyokong pelaksanaan sistem pengurusan serangga perosak secara bersepadu. Bagi memastikan keberkesanan strategi ini, kajian lanjutan di lapangan perlu diteruskan secara konsisten dengan mengambil kira pengaruh faktor biotik dan abiotik terhadap keberdayaan *S. dichotomus* sebagai pemangsa.

PENGHARGAAN

Setinggi – tinggi penghargaan terima kasih diucapkan kepada staf pusat sistematik serangga, UKM serta pusat kajian rumah haiwan UKM dalam membantu menjalankan penyelidikan. Tidak dilupa juga kepada staf dan kakitangan ladang kelapa sawit milik Sime Darby Sdn. Bhd. yang memberi kebenaran menggunakan ladang sebagai kawasan kajian penyelidikan.

PENGISYTIHARAN PENGARANG

Pernyataan Biaya Dana

Projek penyelidikan ini merupakan sebahagian projek Sarjana penulis pertama.

Percanggahan Kepentingan

Penulis-penulis mengisytiharkan bahawa tidak mempunyai konflik kepentingan.

Penyataan Etika

Tiada isu etika diperlukan untuk penyelidikan ini.

Pernyataan Kehadiran Data Tambahan

Tiada

Sumbangan Penulis

Penulis pertama Muhamad Fahmi-Halil menulis sebahagian besar artikel tersebut. Johari Jalinas, Mohamad Haris-Hussain, Dzulhelmi Muhammad Nasir, Ruslan Mohd Yusop Mohd Fauzi Mohd Muzamil dan Idris Abdul Ghani memberikan idea, bantuan sokongan penyelidikan dan membuat pembetulan kritikal dalam manuskrip ini.

RUJUKAN

- Abdullah, N., Haris-Hussain, M., Ayob, Z.A., Nasir, D.M. & Rahim, F. 2020. Kesan pinggiran ekosistem sawit ke atas komposisi serangga pada sempadan guna tanah berbeza. *Serangga* 25(2): 63-79.
- Ahmad, S.N. & Kamarudin, N. 2016. Growth and longevity of the insect predator, *Sycanus dichotomus* Stal. (Hemiptera: Reduviidae) fed on live insect larvae. *Journal of Oil Palm Research* 28(4): 471-478.
- Azmi, W.A., Chong, J.L., Zakeri, H.A., Yusuf, N., Omar, W.B.W., Yong, K.W., Zulkefli, A.N. & Hussain, M.H. 2017. The red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*: Current issues and challenges in Malaysia. *Oil Palm Bulletin* 74: 17-24.
- Basri, M.W., Norman K. & Hamdan, A.B. 1995. Natural enemies of the bagworm *Metisa plana* (Lepidoptera: Psychidae) and their impact on host population regulation. *Crop Protection* 14(8): 637-645.
- Bolzonella, C., Lucchetta, M., Teo, G., Boatto, V. & Zanella, A. 2019. Is there a way to rate insecticides that is less detrimental to human and environmental health? *Global Ecology and Conservation* 20: e00699.
- Chong, K.K., Peter Ooi, A.C. & Ho C.T. 1991. *Crop Pest and Their Management in Malaysia*. Kuala Lumpur: Tropical Press.
- Corley, R.H.V. & Tinker, P.B. 2003. *The Oil Palm*. 5th Edition. Oxford: Blackwell Science.
- Fahmi-Halil, M., Haris-Hussain, M., Dzulhelmi M.N., Jalinas, J., Ruslan, M.Y., Mohd, F.M. M. & Idris, A.B. 2021. Predation efficiency and feeding preferences of laboratory-reared *Sycanus dichotomus* (Hemiptera: Reduviidae) on oil palm bagworm *Metisa plana* (Lepidoptera: Psychidae). *Journal of Sustainability Science and Management* 16(8): 81-90.
- Greene, G.L. & Shepard, M. 1974. Biological studies of predator *Sycanus indigator* II, field survival and predation potential. *The Florida Entomologist* 57: 33-38.
- Hagerty, A.M. & Mcpherson, J.E. 2000. Life history and laboratory rearing of *Arilus cristatus* (Heteroptera: Reduviidae) in southern Illinois. *Florida Entomologist* 83(1): 58-63.
- Halil, M.F.M., Nasir, D.M., David, A.D. & Ghani, I.A. 2018. Keberkesanan pemeliharaan *Sycanus dichotomus* (Hemiptera: Reduviidae) secara berkelompok di dalam makmal menggunakan larva *Tenebrio molitor* sebagai sumber makanan alternatif. *Serangga* 23(2): 155-69.
- Halim, M., Muhaimin, A.M.D., Syarifah Zulaikha, S.A., Nor Atikah, A.R., Masri, M.M.M. & Yaakop, S. 2017. Evaluation of infestation in parasitoids on *Metisa plana* Walker (Lepidoptera: Psychidae) in three oil palm plantations in peninsular Malaysia. *Serangga* 22(2): 135-49.

- Haris, M.H., Nang, M.L.S., Chuah, T.S. & Wahizatul, A.A. 2014. The efficacy of synthetic food baits in capturing red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) in campus area of Universiti Malaysia Terengganu. *Serangga* 19(1): 59-78.
- Harith-Fadzilah, N., Haris-Hussain, M., Idris, A.G., Zakaria, A., Amit, S., Zainal, Z., Azmi, W.A., Jalinas, J. & Hassan, M. 2020. Physical and physiological monitoring on red-palm weevil-infested oil palms. *Insects* 11: 407-418.
- Ismail, N.F., Ghani, I.A. & Othman, N.W. 2020. Detrimental effects of commonly used insecticides in oil palm to pollinating weevil, *Elaeidobius kamerunicus* faust. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Oil Palm Research* 32(3): 439-45.
- Jamian, S., Norhisham, A., Ghazali, A., Zakaria, A. & Azhar, B. 2016. Impacts of 2 species of predatory Reduviidae on bagworms in oil palm plantations. *Insect Science* 24(2): 1-10.
- Jamian, S. & Adam, N.A. 2018. The performance of predatory insect, *Sycanus dichotomus* stal. (hemiptera: Reduviidae) on combination of plant host and prey. *Serangga* 23(3): 56-64.
- Johnson, D.M. & Haynes, K.J. 2023. Spatiotemporal dynamics of forest insect populations under climate change. In *Current Opinion in Insect Science* 56: 101020.
- Kok, C.C., Eng, O.K., Razak, A.R. & Arshad, A.M. 2011. Microstructure and life cycle of *Metisa plana* walker (Lepidoptera: Psychidae). *Journal of Sustainability Science and Management* 6(1): 51-59.
- Liu, J., Xu, W., Wang, Q. & Zhao, K. 2012. Insect predators in northeast China and their impacts on *Aphis glycines*. *Canadian Entomologist* 144(6): 745-755.
- Maryani, C.T., Nena, C.D., Armansyah, S. & Agus, S. 2010. Daya predasi *Sycanus croceovittatus* (Hemiptera:Reduviidae) terhadap ulat api *Setothosea asigna* pada tanaman kelapa sawit. Prosiding Seminar Nasional VI. Peranan Entomologi Dalam Mendukung Pengembangan Pertanian Ramah Lingkungan Dan Kesehatan Masyarakat.
- Mat, M.D., Md Latip, S.N.H., Che Manan, C.A.H. & Che Razali, A. 2020. Toxicity of selected insecticides on late-stage instar of bagworm, *Metisa plana*. *Scientific Research Journal* 17(2): 163-176.
- Minitab. 1998. Users Guide 1 and 2, Release 12 for Windows. USA: Minitab Inc.
- Norman, K., Basri, M.W. & Zulkefli, M. 1998. *Handbook of Common Parasitoid and Predator Associated with Bagworm and Nettle Caterpillars in Oil Palm Plantation*. Bangi: PORIM.
- Pradeep, P., Deshmukh, S.S., Kalleshwaraswamy, C.M. & Rajan, S.J. 2022. Biology and predation potential of the hemipteran predator, *Rhynocoris marginatus* (Fab., 1794) on the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 32: 64.

- Rinehart, S.A., Schroeter, S.C. & Long, J.D. 2017. Density-mediated indirect effects from active predators and narrow habitat domain prey. *Ecology* 98(10): 2653-2661.
- Sahayaraj, K., Kumar, S.M. & Enkegaard, A. 2016. Response of the reduviid bug, *Rhynocoris marginatus* (Heteroptera: Reduviidae) to six different species of cotton pests. *European Journal of Entomology* 113(1): 29-36.
- Salerno, M., Russo, V., Sefa, V., Lamaj, F., Basher, N., Verrastro, V. & Porcelli, F. 2017. *Zelus renardii* an assassin bug candidate for *Philaenus spumarius* biocontrol. European Conference on Xylella, Palma de Mallorca, 13-15 Nov 2017.
- Shaw, A.K. Naven, N. & Stanton, D.E. 2021. Let's move out together: a framework for the intersections between movement and mutualism. *Ecology* 102(8): 3419.
- Snyder, W.E. & Ives, A.R. 2003. Interactions between specialist and generalist natural enemies: parasitoids, predators, and pea aphid biocontrol. *Ecology* 84: 91-107.
- Soesatrijo, J. 2023. Role of predation and abundance of biological control agents (Ordo Hemiptera, Family Reduviidae) at Subang Palm Oil Plantation experiment. *Jurnal Syntax Transformation* 4(1): e675.
- Stone, J., Advento, A.D., Pashkevich, M.D., Aryawan, A.A.K., Caliman, J.P., Hood, A.S.C., Foster, W.A., Naim, M., Pujianto, Purnomo, D., Suhardi, Tarigan, R.S., Rambe, T.D.S., Widodo, R.H., Luke, S.H., Snaddon, J.L & Turner, E. C. 2023. Maintaining understory vegetation in oil palm plantations supports higher assassin bug numbers. *Ecological Solutions and Evidence* 4(4): e12293.
- Syari, J., Muhamad, R., Norman, K. & Idris, A. B. 2011. Pemeliharaan *Sycanus dichotomus* Stal. (Hemiptera: Reduviidae) serangga pemangsa ulat bungkus tanaman sawit, *Metisa plana* (Lepidoptera: Psychidae) Walker di makmal. *Sains Malaysiana* 40(10): 1129-1137.
- Syari, J., Muhamad, R. Norman, K. & Idris, A.B. 2010. Feeding behavior and predatory efficiency of assassin bug, *Sycanus dichotomus* Stal. on oil palm bagworm, *Metisa plana* Walker. *Malaysian Applied Biology* 39(2): 55-60.
- Symondson, W.O., Sunderland, K.D. & Greenstone, M.H. 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annual Review of Entomology* 47: 561-594.
- Vázquez, L.L. & Jacques, G.C. 2019. Dispersion and increase of natural enemies in agroecosystems. In: Souza, B., Vázquez, L. & Marucci, R. (eds.). *Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems*, pp.49-62. Cham, Switzerland: Springer.
- Zahari, S.N.M., Rusli, R., Hussain, M.H. & Jalinas, J. 2019. Survival rate and development of larvae *Elaeidobius kamerunicus* (Coleoptera: Curculionidae) on artificial diets. *Serangga* 24(1): 126-141.
- Zulkefli, M. 1996. The effect of selected insecticides on the oil palm bagworm *Metisa plana* Walker (Lepidoptera: Psychidae) and predatory bug *Cantheconidea* sp. (Hemiptera: Pentatomidae). Thesis Undergraduate, Universiti Putra Malaysia, Serdang.

Zulkefli, M., Norman, K. & Basri, M.W. 2004. Life cycle of *Sycanus dichotomous* (Hemiptera: Reduviidae) – A common predator of bagworm in oil palm. *Journal of Oil Palm Research* 16(2): 50.