

**KESAN PINGGIRAN EKOSISTEM SAWIT KE ATAS KOMPOSISI SERANGGA
PADA SEMPADAN GUNA TANAH BERBEZA**

**[EDGE EFFECTS OF OIL PALM ECOSYSTEM ON INSECT COMPOSITIONS AT
BOUNDRIES OF DIFFERENT LAND USE]**

**Nur-Athirah Abdullah¹, Mohamad Haris-Hussain¹, Zeti Aktar Ayob¹,
Dzulhelmi Muhammad Nasir² & Faszly Rahim^{3*}**

¹Department of Biological Sciences and Biotechnology,
Faculty of Science and Technology,
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor.

²Malaysian Palm Oil Board, 6 Persiaran Institusi,
Bandar Baru Bangi, 43000 Kajang, Selangor.

³PERMATA Insan College,
Universiti Sains Islam Malaysia,
71800 Bandar Baru Nilai, Negeri Sembilan.

*Corresponding author: *faszly@usim.edu.my*

ABSTRAK

Serangga memainkan peranan yang sangat penting di dalam ekosistem pertanian dan merangkumi pelbagai kumpulan berfungsi. Objektif kajian ini adalah untuk menentukan arah pergerakan komuniti serangga yang merentasi ekosistem sawit pada sempadan guna tanah berbeza. Kajian ini dijalankan di Ladang Endau-Rompin (LER), Pahang. Enam stesen persampelan ditempatkan di dalam dan pinggir LER. Persampelan dilakukan menggunakan perangkap langgar-jatuh. Sejumlah 4,217 individu serangga terdiri daripada sembilan order merangkumi 81 famili telah diperolehi. Lapan order tersebut terdiri daripada Hymenoptera, Blattodea, Coleoptera, Hemiptera, Diptera, Orthoptera, Dermaptera, Lepidoptera, dan Siphonaptera. Tiga famili paling melimpah adalah Sciaridae (585 individu; 13.87%), Dolichopodidae (517 individu; 12.26%), dan Nitidulidae (382 individu; 9.06%). Ini diikuti dengan Formicidae (346 individu; 8.20%) dan Curculionidae (273 individu; 6.47%). Famili-famili serangga yang lain mempunyai peratus individu yang kurang daripada 5%. Nilai Indeks Kepelbagaian Shannon bagi stesen J42TB adalah paling tinggi dengan nilai sebanyak ($H' = 3.011$) manakala nilai indeks kepelbagaian yang paling rendah adalah stesen J20TB dengan nilai sebanyak ($H' = 2.028$). Terdapat perbezaan yang nyata ($t = -25.47$, $p < 0.05$) di antara kepelbagaian serangga di setiap lokasi persampelan. Kesan pinggir tarikan dapat dilihat dengan jelas di dalam LER. Dendogram dari analisis pengelompokan dua hala menunjukkan komuniti serangga di ladang Endau-Rompin terpisah kepada dua kumpulan yang hadir pada arah yang berbeza iaitu utara, selatan, timur, dan barat. Ujian khi kuasa dua menunjukkan komuniti serangga yang hadir dari setiap arah (utara, selatan, timur, barat) adalah berbeza ($\chi^2 = 370.259$, $p < 0.05$).

Kata Kunci: Kelimpahan populasi serangga, arthropoda, kesan pinggir tarikan, kelapa sawit.

ABSTRACT

Insects play a crucial role in agricultural ecosystems with several functional groups. Objective of this research is to determine the directional movement of insect community across oil palm ecosystem at boundaries of different land use. The research was conducted in Ladang Endau-Rompin (LER), Pahang. Six sampling stations were set up in the plantation. Sampling was conducted using impact trap. A total of 4,217 individuals from nine orders and 81 families were collected. The insect orders consist of Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera, Diptera, Orthoptera, Dermaptera, Lepidoptera and Siphonaptera. The most abundance families were Sciaridae (585 individuals; 13.87%), Dolichopodidae (517 individuals; 12.26%) and Nitidulidae (382 individuals; 9.06%). This is followed by Formicidae (346 individuals; 8.20%) and Curculionidae (273 individuals; 6.47%). The percentage of individuals for other insect families was less than 5%. Shannon's Diversity Index of insect families for station J42TB was the highest ($H' = 3.011$) whereas the lowest was for station J20TB ($H' = 2.028$). There was a significant difference ($t = -25.47$, $p < 0.05$) in the diversity of insect between the sampling stations. The edge effect of attraction can be clearly seen in the LER. Dendogram from two-way clustering analysis shows that the insect community can be divided in two groups which came from different directions north, south, east and west. Chi-squared test proved that the insect community that came from every direction (north, south, east, west) was significantly different ($\chi^2 = 370.259$, $p < 0.05$).

Keywords: Insect population abundance, arthropoda, the edge effect of attraction, oil palm.

PENGENALAN

Perladangan sawit melibatkan pertukaran kawasan hutan kepada kawasan ladang yang menyebabkan kehilangan pelbagai spesies endemik di pelbagai kawasan di Malaysia (Koh & Wilcove 2008). Ini termasuk pelbagai jenis serangga tropika yang sangat berharga untuk ekosistem. Apabila ekosistem menjadi kurang stabil akibat pertukaran kawasan hutan ke kawasan ladang sawit, ia tidak lagi mampu untuk menampung kepelbagaian benda hidup seperti sebelumnya. Jumlah biodiversiti yang musnah akibat pemusnahan hutan masih belum diketahui (Fitzherbert et al. 2008). Banyak pihak yang membincangkan tentang impak perladangan sawit ke atas alam sekitar terutamanya badan-badan bukan kerajaan yang berperanan sebagai pemuliharaan alam sekitar dan pihak industri sawit yang menjadi pemangkin kepada perluasan kawasan perladangan.

Pembalakan hutan yang dijalankan untuk menampung kawasan ladang sawit yang semakin meluas telah menghasilkan tompokan antara habitat asal dan kawasan ladang. Tompokan habitat terhasil apabila sebuah kawasan yang luas berubah menjadi beberapa pecahan habitat dengan keluasan yang lebih kecil. Tompokan-tompokan ini diasingkan di antara satu sama lain oleh matriks habitat yang tidak lagi sama seperti asal (Wilcove et al. 1986). Pengasingan kawasan ladang dan kawasan-kawasan bersebelahannya mempengaruhi proses pengkolonian komuniti serangga dari ladang dan ke luar ladang sawit. Habitat yang telah menjadi tompokan-tompokan kecil ini umumnya dianggap menyebabkan banyak kesan negatif terhadap biodiversiti dan menjadi aspek di dalam kemerosotan habitat (Haila 2002). Jumlah biodiversiti yang musnah akibat pemusnahan hutan masih belum diketahui (Fitzherbert et al. 2008). Walau bagaimanapun, terdapat beberapa faktor yang boleh membantu mengekalkan biodiversiti serangga seperti kewujudan koridor.

Habitat asal yang terletak bersebelahan dengan kawasan pertanian biasanya menampung pelbagai pendebunga tanaman yang boleh membantu daripada pelbagai segi terutamanya ekonomi dan pemuliharaan (Mayfield 2005). Melalui pembukaan koridor, serangga boleh mengkoloni suatu kawasan yang baru. Koridor merupakan landskap linear yang membenarkan pergerakan antara tompokan-tompokan habitat (Rosenberg et al. 1998). Emigrasi dan imigrasi hidupan di antara tompokan habitat boleh membantu menstabilkan populasi. Melalui kewujudan koridor di antara serpihan kawasan yang berbeza, pendebunga dari kawasan persekitaran boleh membantu pendebungaan pokok sawit dan seterusnya meningkatkan hasil ladang.

Terdapat pelbagai kumpulan serangga yang berinteraksi di antara satu sama lain bagi menghasilkan sebuah komuniti yang stabil di dalam ladang sawit (Howard & Giblin-Davis 2008). Salah satu daripada kumpulan serangga yang terdapat di dalam ladang sawit adalah kumpulan perosak yang sangat mempengaruhi produktiviti sesebuah ladang sawit. Selain itu, terdapat juga kumpulan pemangsa dan parasitoid yang bertindak sebagai musuh semulajadi bagi mengawal populasi serangga perosak. Kumpulan serangga pendebunga pula sangat diperlukan untuk mendebungkan pokok sawit (Zahari et al. 2019). Pendebunga yang efektif akan meningkatkan hasil yang dikeluarkan oleh ladang.

Berdasarkan kefahaman mengenai arah pergerakan serangga yang wujud di dalam ekosistem sawit, ia dapat membantu dalam menentukan persekitaran yang menjadi tempat asal serangga tersebut dan seterusnya menentukan seberapa banyak biodiversiti yang boleh ditampung oleh ladang sawit apabila ditukarkan dari kawasan hutan menjadi kawasan perladangan. Melalui kajian ini juga, kesan pinggir dapat dikenalpasti sama ada ia wujud atau tidak, sekaligus menentukan kesan pembukaan ladang sawit terhadap serangga. Di samping itu, data yang melibatkan kawasan tompokan hutan di dalam matriks ladang sawit sememangnya sangat diperlukan bagi melihat kepentingan tompokan untuk konservasi (Foster et al. 2011). Konservasi boleh dijalankan bukan pada biodiversiti yang berada di kawasan hutan sahaja malah biodiversiti yang berada di dalam ladang sawit turut perlu diberikan perhatian. Sekiranya kompleksiti arah pergerakan serangga dapat diketahui, bilangan dan kepelbagaiannya mungkin dapat dipertingkatkan melalui manipulasi kaedah pengurusan ladang. Kefahaman tentang pelbagai aspek mengenai perladangan sawit adalah sangat diperlukan selari dengan pembukaan ladang yang giat dijalankan (Turner et al. 2008). Ini dapat membantu dalam merealisasikan cadangan Foster et al. (2011) untuk membina sebuah landskap perladangan mozek yang mempunyai kawasan hutan terpelihara dan juga kawasan perladangan yang dipulihara untuk menyokong fungsi ekosistem dan juga memelihara spesies-spesies yang diancam kepupusan. Melalui kaedah pengurusan ladang yang sempurna, komuniti serangga yang menjadi kunci utama kepada pelbagai fungsi ekosistem mungkin dapat dipertingkatkan.

Objektif kajian ini adalah untuk menentukan struktur komuniti serangga merentasi sempadan ekosistem sawit serta mengenalpasti arah pergerakan dan kewujudan kesan pinggir di dalam ekosistem sawit.

BAHAN DAN KAEDAH

Lokasi Kajian

Kajian dijalankan antara April dan September 2012 di ladang sawit Endau-Rompin (2° 36' N, 103° 34' E) di mukim Tanjung Gemuk, Rompin, Pahang. Ladang Endau-Rompin yang dimiliki oleh YP Plantation Holdings Sdn. Bhd. ini terletak berhampiran dengan Pekan Tanjung

Gemok, Kuala Rompin, Pahang dan Padang Endau, Mersing, Johor. Ladang ini berkeluasan 3,654 hektar dan kedudukannya adalah bersempadan dengan Taman Negara Endau-Rompin yang merupakan hutan simpan yang telah diwartakan. Selain itu, sebahagian dari ladang ini juga bersempadan dengan beberapa kawasan yang mempunyai aktiviti guna tanah yang lain seperti kawasan penternakan udang, sawah padi dan juga kawasan perumahan. Penanaman kelapa sawit di ladang ini bermula pada tahun 1995. Tanah yang terdapat di dalam Ladang Endau-Rompin adalah terdiri daripada jenis tanah gambut cetek, tanah gambut dalam, dan tanah liat.

Persampelan

Pelbagai jenis teknik persampelan serangga seperti penggunaan jaring serangga, perangkap cahaya, perangkap feromon, dan perangkap-langgar jatuh boleh digunakan mengikut kesesuaian kawasan dan matlamat kajian (Azmi et al. 2019). Bagi kajian ini, perangkap-langgar jatuh merupakan teknik persampelan serangga yang paling sesuai untuk memerangkap serangga mengikut arah serangga tersebut terbang. Perangkap langgar-jatuh yang diperbuat daripada plastik dan berukuran satu meter dipasang pada dua batang pokok pada ketinggian 1 meter dari aras lantai. Dua belas perangkap langgar-jatuh diletakkan secara rawak pada enam titik persampelan di dalam ladang sawit Endau-Rompin. Pada setiap titik persampelan, dua perangkap langgar-jatuh dipasang mengikut arah utara, selatan, timur dan barat dan dibiarkan selama semalaman antara jam 19:00 sehingga 07:00. Serangga yang terbang tanpa sedar dan melanggar perangkap langgar-jatuh ini akan terjatuh ke dalam dulang yang berisi 70% alkohol berserta sabun. Serangga ini kemudiannya dimasukkan ke dalam botol dan dibawa ke makmal untuk proses pengecaman spesies.

Pengecaman Spesies

Serangga yang diperolehi akan dikenalpasti dengan merujuk kepada morfologi luaran sehingga ke peringkat famili dan morfospesies. Pengecaman spesies dilakukan dengan merujuk kepada rujukan utama (Triplehorn & Johnson 2005) dan juga dengan membandingkan serangga-serangga tersebut dengan koleksi spesies yang tersedia ada di Pusat Sistemik Serangga, Universiti Kebangsaan Malaysia.

Analisis Data

Serangga-serangga yang diperolehi dikategorikan kepada beberapa kumpulan berfungsi iaitu (1) serangga pendebunga (2) serangga perosak (3) serangga pemangsa (4) parasitoid dan (5) pembangkai (Daly et al. 1998). Analisis lengkung pengumpulan spesies, anggaran Jackknife dan nilai kepelbagaian indeks dilakukan dalam menentukan kepelbagaian, kelimpahan dan kekayaan spesies. Kemudian, Ujian Khi kuasa dua digunakan untuk mengenalpasti perbezaan komposisi serangga yang terdapat terdapat di dalam ladang sawit Endau-Rompin. Analisis pengelompokan, pengordinatan dan tatacara pilihatur multisambutan berdasarkan komuniti antara titik persampelan juga dibuat. Analisis-analisis ini dijalankan dengan menggunakan perisian PC-ORD 5.0 (MjM Software, Oregon State) dan juga MINITAB 15.1 (Minitab Inc., State College, PA).

HASIL DAN PERBINCANGAN

Dalam kajian ini, sejumlah 4,217 individu daripada 81 famili serangga berjaya diperolehi melalui tujuh kali persampelan dari enam lokasi berbeza di dalam ladang sawit Endau-Rompin. Serangga ini terdiri daripada sembilan order iaitu Diptera (1,873 individu atau 44.42%; 20 famili), diikuti oleh Coleoptera (1,076 individu atau 25.52%; 23 famili), Hymenoptera (495 individu atau 11.74%; 16 famili), Orthoptera (395 individu atau 9.25%; 6 famili), Lepidoptera

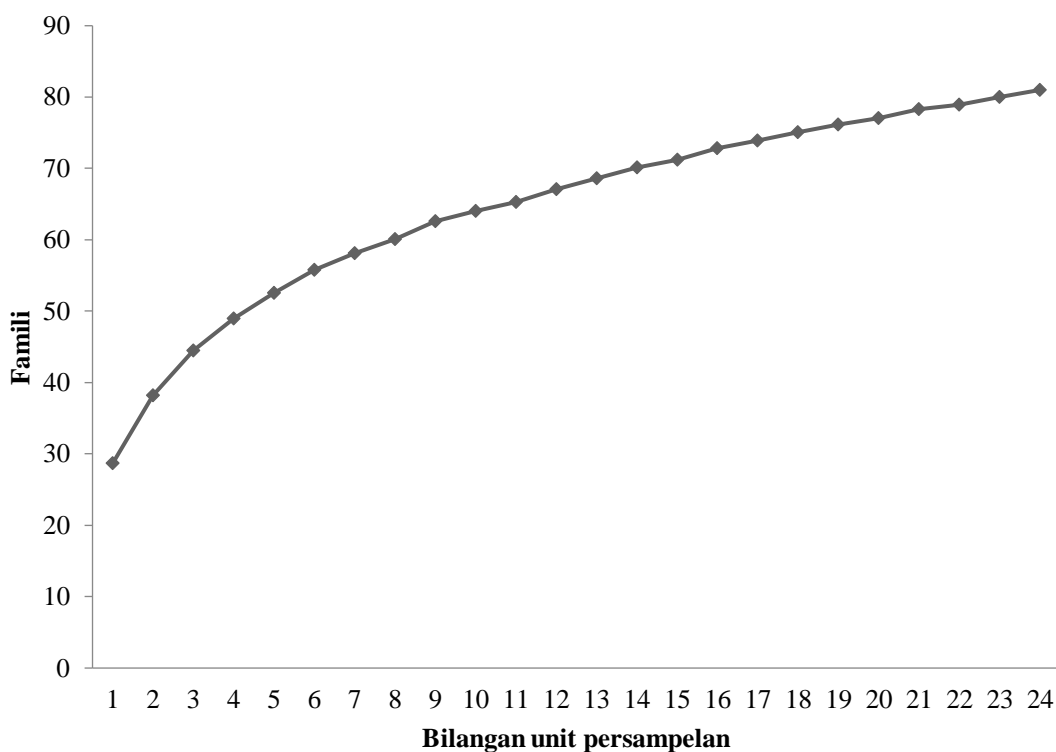
(180 individu atau 4.27%; 3 famili), Hemiptera (121 individu atau 2.87%; 9 famili), Blattodea (64 individu atau 1.52%; 1 famili), Dermaptera (15 individu atau 0.36%; 2 famili) dan Siphonaptera (3 individu atau 0.07%; 1 famili) (Jadual 1). Dalam kajian ini, famili Sciaridae (585 individu atau 13.87%), Dolichopodidae (517 individu atau 12.26%) dan Nitidulidae (382 individu atau 9.06%) mempunyai kelimpahan tertinggi jika dibandingkan dengan famili lain (Jadual 1). Pada masa sama, terdapat 22 famili yang memperolehi individu secara tunggal (Jadual 1). Kehadiran Formicidae perlu diabaikan di dalam kajian ini memandangkan semut yang ditemui hanya merangkak masuk ke dalam perangkap dan bukannya terbang melaluinya. Tambahan pula, lengkung pengumpulan spesies yang menunjukkan corak garis yang hampir mendatar menandakan bahawa usaha persampelan adalah hampir mencukupi (Rajah 1). Jackknife pertama (102.1) dan Jackknife kedua (115.2) menganggarkan jumlah famili yang boleh diperolehi untuk menyempurnakan jumlah famili yang terdapat di dalam lokasi kajian. Nilai indeks kepelbagaian bagi stesen J42TB ($H' = 3.011$) adalah paling tinggi manakala yang paling rendah adalah merujuk kepada stesen J20TB ($H' = 2.028$) (Jadual 2). Terdapat perbezaan yang nyata di antara kepelbagaian di setiap lokasi persampelan ($t = -25.47$, $df = 23$, $P < 0.05$). Nilai kesamarataan tertinggi terdapat pada stesen J24SU ($E' = 0.904$), manakala yang paling rendah pula ditunjukkan oleh stesen J20TB ($E' = 0.716$). Walaubagaimanapun, nilai kesamarataan ini sangat dipengaruhi oleh bilangan spesies langka yang banyak.

Jadual 1. Senarai famili dan bilangan individu serangga yang diperolehi dari persampelan menggunakan perangkap langgar-jatuh pada enam titik persampelan di ladang sawit Endau-Rompin. Nota: Singkatan digunakan untuk analisis pengelompokan dua hala dan analisis pengordinatan (*ordination*)

Order	Famili	Kod Singkatan	Individu (%)
Hymenoptera	Braconidae	HYMbrac	0.14
	Chalcididae	HYMchal	1.73
	Colletidae	HYMcoll	0.02
	Evaniidae	HYMevan	0.05
	Formicidae	HYMform	8.20
	Halictidae	HYMhali	0.33
	Ichneumonidae	HYMichn	0.16
	Megachilidae	HYMmega	0.05
	Melittidae	HYMmeli	0.02
	Mymaridae	HYMmyma	0.31
	Pompilidae	HYMpomp	0.02
	Scelionidae	HYMscel	0.02
	Sphecidae	HYMsphe	0.09
	Tiphiidae	HYMtiph	0.23
	Vanhorniidae	HYMvanh	0.02
	Vespidae	HYMvesp	0.33
Coleoptera	Bostrichidae	COLbost	0.09
	Cantharidae	COLcant	0.02
	Carabidae	COLcara	2.37
	Chrysomelidae	COLchry	0.42
	Clambidae	COLclam	0.18
	Curculionidae	COLcurc	6.47
	Dysticidae	COLdyst	0.02
	Eucnemidae	COLeucn	0.05
	Elateridae	COLelat	0.42

	Geotrupidae	COLgeot	0.14
	Haliplidae	COLhali	0.09
	Histeridae	COLhist	0.02
	Leiodidae	COLleio	0.02
	Mordellidae	COLmord	0.12
	Microsporidae	COLmicr	0.02
	Nitidulidae	COLniti	9.06
	Noteridae	COLnote	0.07
	Rhysodidae	COLrhys	0.07
	Scarabaedae	COLscar	0.05
	Scirtidae	COLscir	0.18
	Silvanidae	COLsilv	0.02
	Staphylinidae	COLstap	5.54
Hemiptera	Anthocoridae	HEManth	0.33
	Aphididae	HEMaphi	0.47
	Cercopidae	HEMcerc	0.02
	Cicadellidae	HEMcica	0.18
	Delphacidae	HEMdelp	0.76
	Diaspididae	HEMdias	0.02
	Enicocephalidae	HEMenic	0.05
	Psylidae	HEMpsyl	0.05
	Reduviidae	HEMredu	0.55
	Rhyparochromidae	HEMrhyp	0.40
	Tingidae	HEMting	0.02
Diptera	Anthomyzidae	DIPanth	0.05
	Calliphoridae	DIPcall	0.26
	Cecidomyiidae	DIPceci	0.55
	Celyphidae	DIPcely	0.02
	Ceratopogonidae	DIPcera	0.26
	Culicidae	DIPculi	3.20
	Dolichopodidae	DIPdoli	12.26
	Drosophilidae	DIPdros	1.78
	Fanniidae	DIPfann	0.02
	Lauxaniidae	DIPlaux	0.02
	Muscidae	DIPmusc	4.46
	Mycetophilidae	DIPmyce	1.97
	Neriidae	DIPneri	0.02
	Phoridae	DIPphor	4.93
	Rhagionidae	DIPrhag	0.02
	Sciaridae	DIPscia	13.87
	Sciomyzidae	DIPscio	0.05
	Tachinidae	DIPtach	0.07
	Tipulidae	DIPtipu	0.59
Orthoptera	Acrididae	ORTacri	1.04
	Gryllidae	ORTgryl	2.70
	Gryllotalpidae	ORTgryllo	0.36
	Tridactylidae	ORTtrid	1.83
	Tettigonidae	ORTtett	0.50
	Tetrigidae	ORTtetr	2.82
Lepidoptera	Hepialidae	LEPhepi	3.98

	Hesperiidae	LEPhesp	0.26
	Psychidae	LEPpsyc	0.02
Dermaptera	Forficulidae	DERforf	0.33
	Labiidae	DERlabi	0.02
Blattodea	Blattellidae	BLAblat	1.52
Siphonaptera	Pulicidae	SIPpuli	0.02
JUMLAH			100%



Rajah 1. Lengkung pengumpulan famili mengikut bilangan unit persampelan

Jadual 2. Nilai indeks kepelbagaian antara stesen persampelan di dalam ladang sawit Endau-Rompin. S: Kekayaan (famili); H': Indeks kepelbagaian Shannon; E: Indeks kesamarataan

Lokasi	Stesen	S	E'	H'
Pinggir ladang	J10B	32	0.778	2.695
	J10S	29	0.808	2.721
	J10U	37	0.66	2.383
	J10T	27	0.762	2.511
Pinggir ladang	J2B	25	0.826	2.66
	J2S	34	0.805	2.838
	J2T	30	0.753	2.562
	J2U	33	0.758	2.651
Dalam ladang	J20B	27	0.821	2.706
	J20S	22	0.807	2.495
	J20T	17	0.716	2.028

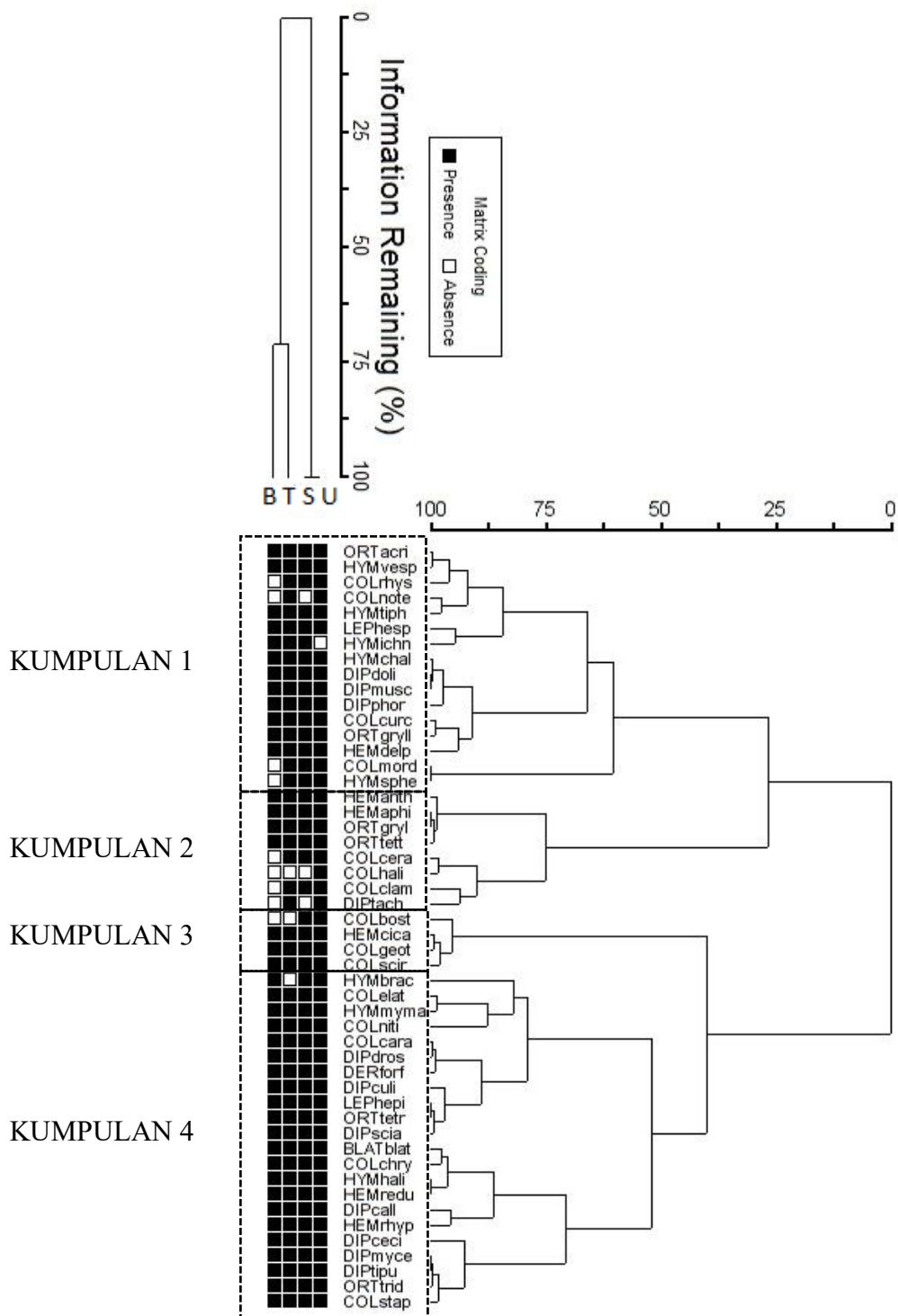
	J20U	20	0.805	2.413
Dalam ladang	J24B	25	0.815	2.624
	J24S	24	0.904	2.873
	J24T	26	0.867	2.824
	J24U	32	0.846	2.931
Dalam ladang	J34B	27	0.833	2.747
	J34S	27	0.825	2.718
	J34T	32	0.768	2.661
	J34U	29	0.807	2.718
Pinggir ladang	J42B	32	0.833	2.887
	J42S	34	0.825	2.908
	J42T	36	0.84	3.011
	J42U	31	0.852	2.925
Purata		28.7	0.805	2.687

Selain itu, hasil dari analisis pengelompokan dan pengordinatan menunjukkan komuniti yang diperoleh adalah komuniti serangga yang berasosiasi dengan tumbuhan renek. Serangga yang wujud secara tunggal dikeluarkan daripada analisis kerana ia tidak signifikan secara statistik sebagai spesies penunjuk (McCune & Grace 2002). Dendogram dari analisis pengelompokan dua hala menunjukkan komuniti serangga di ladang Endau-Rompin terpisah kepada dua kumpulan yang hadir pada arah yang berbeza iaitu utara, selatan, timur dan barat (Rajah 2). Terdapat empat kumpulan berfungsi pada nilai pertindihan sebanyak 50% iaitu Kumpulan 1 (serangga diurnal), Kumpulan 2 (serangga nokturnal fitofagus), Kumpulan 3 (serangga nokturnal pembangkai), dan Kumpulan 4 (serangga umum) (Jadual 3). Pada masa yang sama, pengordinatan penskalaan multidimensi matriks tidak bermeter yang diekstrak menunjukkan famili-famili serangga dikumpulkan mengikut kumpulan pemakanan seperti yang diperoleh dari analisis pengelompokan dua hala (Rajah 3). Hasil kajian yang ditunjukkan adalah berdasarkan kepada potongan nilai korelasi iaitu sebanyak 0.005%.

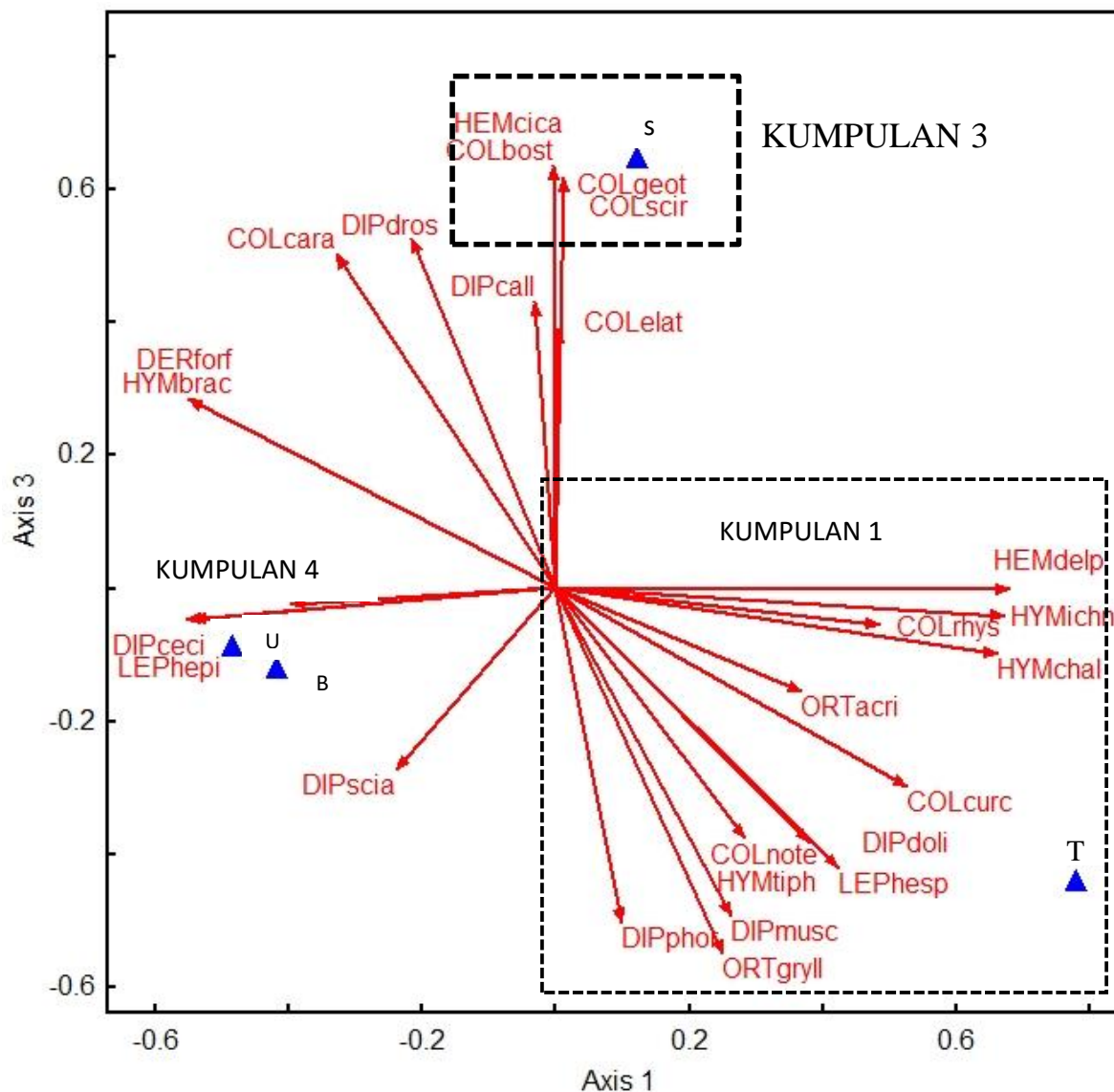
Jadual 3. Klasifikasi serangga dalam kumpulan komuniti berdasarkan hasil yang disintesis dari analisis pengelompokan dua hala

Kumpulan	Entiti (Famili)	Penerangan Komuniti
KUMPULAN 1	ORTacri, HYMvesp, COLrhys, COLnote, HYMtiph, LEPhesp, HYMichn, HYMchal, DIPdoli, DIPmusc, DIPphor, COLcurc, ORTgryll, HEMdelp, COLmord, HYMsphe	Komuniti serangga diurnal yang terdiri daripada kebanyakan serangga fitofagus, serangga pemangsa, parasitoid dan serangga pembangkai.
KUMPULAN 2	HEManth, HEMaphi, ORTgryl, ORTtett, COLcera, COLhali, COLclam, DI Ptach	Serangga nokturnal yang terdiri daripada serangga fitofagus

KUMPULAN 3	COLbost, HEMcica, COLgeot, COLscir	Serangga nokturnal yang terdiri daripada serangga pembangkai
KUMPULAN 4	HYMbrac, COLelat, HYMmyma, COLniti, COLcara, DIPdros, DERforf, DIPculi, LEPhipi, ORTtetr, DIPscia, BLAblat, COLchry, HYMhali, HEMredu, DIPcall, HEMrhyp, DIPceci, DIPmyce, DIPTipu, ORTtrid, COLstap	Kumpulan serangga umum yang menggunakan pelbagai sumber di kawasan penanaman sawit dengan taburan yang luas. Ini terdiri daripada fitofagus, serangga pemangsa, serangga pembangkai, parasitoid yang termasuk dalam kumpulan diurnal dan juga nokturnal.



Rajah 2. Dendrogram pengelompokan famili serangga dengan kod singkatan berdasarkan penggunaan sumber di dalam ladang sawit yang terdiri dari KUMPULAN 1, KUMPULAN 2, KUMPULAN 3 dan KUMPULAN 4 (Jadual 1)



Rajah 3. Graf pengordinatan menunjukkan perbezaan komuniti serangga dengan kod singkatan mengikut arah pergerakan serangga (Jadual 1). (Nota: Kumpulan 1= serangga diurnal, Kumpulan 3= serangga nokturnal pembangkai, dan Kumpulan 4= serangga umum)

Kumpulan 1 iaitu kumpulan serangga diurnal yang terdiri daripada kebanyakan serangga fitofagus, serangga pemangsa, parasitoid dan serangga pembangkai mempunyai korelasi dengan angin yang datang dari arah timur ke barat. Kebanyakan serangga yang berada di dalam KUMPULAN 1 didapati bergerak pada arah matahari terbenam iaitu dari timur ke barat. Ini mungkin juga disebabkan oleh arah angin yang kuat pada arah timur ke barat iaitu pada bulan April. Kedudukan serangga di dalam ladang sawit ini juga dipengaruhi oleh kedudukan sumbernya yang pelbagai. Serangga fitofagus misalnya, mempunyai sumber yang tidak terhad kepada pokok sawit sahaja malah kesemua tumbuhan rendah seperti tumbuhan herba, rumput dan juga epifit yang berada di dalam ladang sawit. Separuh dari tumbuhan epifit yang berada di kawasan rendah di Malaysia telah direkodkan di dalam kawasan perladangan sawit di Semenanjung Malaysia (Foster et al. 2011).

Secara umumnya, famili serangga yang ditemui menggunakan perangkap langgar-jatuh adalah lebih tinggi pada arah utara dan selatan (62 famili) berbanding timur dan barat (60 famili). Komuniti serangga yang hadir pada arah utara, selatan, timur dan barat adalah berbeza secara signifikan ($\chi^2 = 370.259$, $df = 60$, $P < 0.05$). Diptera merupakan salah satu order serangga yang dominan oleh kerana kelimpahannya yang sangat tinggi di pelbagai ekologi (Daly et al. 1998). Banyak spesies Diptera yang mendapatkan sumber makanan dan air dari tumbuhan dan buah-buahan yang telah rosak. Sebilangan kecil Diptera pula menyerang tumbuhan hidup sebagai pengorek dan peluruh daun (Daly et al. 1998).

Kehadiran Curculionidae di dalam ladang sawit juga adalah sangat signifikan memandangkan kumbang Curculionidae boleh menyebabkan pelbagai kerosakan kepada pokok sawit (Azmi et al. 2017; Turner & Gillbanks 2003). *Rhynchophorus palmarum* L. (*palm weevils*) merupakan spesies kumbang dari famili Curculionidae yang menjadi perosak bagi pokok sawit di samping menjadi vektor kepada nematod gelang merah yang boleh membawa penyakit kepada tumbuhan sawit (Miguens et al. 2011). Selain perosak, Curculionidae juga mempunyai kepentingan sebagai pendebunga bagi pokok sawit (Basri & Norman 1997). Contohnya, *Elaeidobius kamerunicus* adalah pendebunga yang efektif bagi pokok sawit ketika keadaan yang lebih lembab berbanding kering. Hasil juga mendapati terdapat banyak spesies langka yang disebabkan oleh kehadiran spesies-spesies yang sangat khusus (Novotny & Basset 2000). Kepelbagaian serangga di stesen J42TB adalah tinggi memandangkan kedudukannya yang berhampiran dengan hutan dan tidak seperti di stesen yang terletak berdekatan dengan jalan utama di dalam ladang sawit Endau-Rompin.

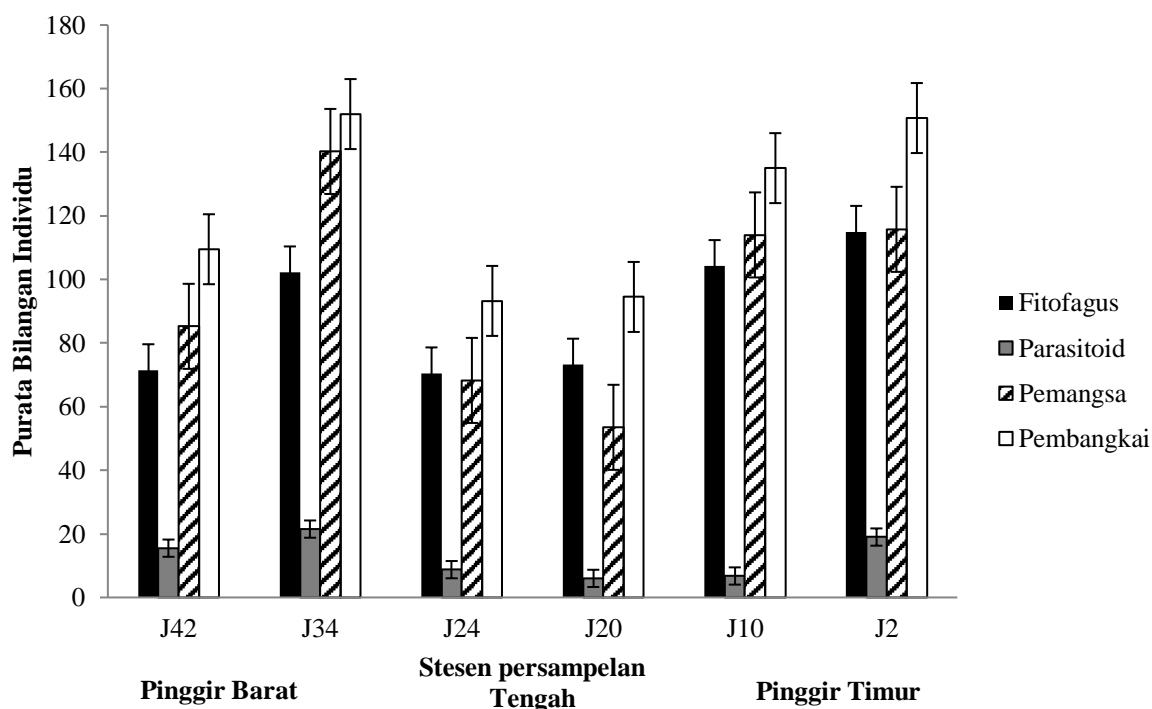
Kepelbagaian serangga yang tinggi di stesen J42TB mungkin disebabkan oleh kehadiran spesies-spesies serangga dari hutan yang mempunyai persekitaran yang lebih stabil untuk menampung pelbagai jenis biodiversiti. Kemasukan spesies-spesies ini boleh disebabkan oleh kewujudan koridor yang membantu pergerakan serangga dari kawasan hutan ke dalam ladang dan sebaliknya. Contoh-contoh koridor adalah seperti kawasan berhampiran dengan sungai, saki-baki hutan yang telah ditebang dan tumbuhan pagar (Rosenberg et al. 1998). Kepelbagaian serangga di stesen J20TB pula adalah yang paling rendah kerana kedudukannya yang dekat dengan jalan utama. Di jalan utama ini, pelbagai pengangkutan berat seperti lori sawit yang mengangkut hasil ke luar dari ladang Endau-Rompin yang mana telah mengganggu ekosistem asal serangga di stesen J20TB.

Serangga-serangga ini tidak semestinya berkait dengan pokok sawit sahaja malah pelbagai sumber lain di dalam mahupun di luar kawasan ladang. Ini termasuk kehadiran tumbuhan rumpai dan tumbuhan herba yang terdapat di sepanjang jalan dan juga di kawasan tanaman pokok sawit (Chung et al. 1995). Beberapa spesies Chrysomelidae didapati sangat bergantung kepada tumbuhan rumpai seperti *Solanum mauritianum* dari famili Solanaceae (Olckers 2000). Di samping itu, kehadiran serangga-serangga di dalam ladang sawit Endau-Rompin ini juga boleh dipengaruhi oleh penanaman tumbuhan bermanfaat iaitu *Turnera ulmifolia* L. (Nur Athirah Abdullah 2011). Tumbuhan bermanfaat ini ditanam untuk menarik kehadiran serangga pemangsa dan juga parasitoid bagi mengawal populasi serangga perosak.

Kelimpahan famili serangga yang hadir dari arah utara dan selatan secara umumnya adalah lebih tinggi berbanding serangga yang hadir dari timur dan barat. Apabila nisbah perimeter kepada luas kawasan adalah besar, ini menjadikan sempadan menjadi lebih panjang dan seterusnya meningkatkan kadar migrasi (Collinge 2000). Ini bertepatan dengan panjang sempadan ladang Endau-Rompin di bahagian utara dan juga selatan. Kedua-duanya mempunyai sempadan kawasan yang lebih panjang berbanding sempadan yang berada di

kedudukan timur dan barat. Ini menyebabkan kelimpahan serangga menjadi lebih tinggi pada arah utara dan juga selatan. Melalui hasil yang diperoleh dari kajian, pergerakan serangga dari arah timur ke barat adalah lebih tinggi berbanding pergerakan dari arah barat ke timur. Pergerakan serangga ke arah barat menunjukkan serangga bergerak ke arah matahari terbenam. Serangga mempunyai pengetahuan semulajadi akan pergerakan matahari (Graham 2010). Menurut Merlin et al. (2011), kebanyakan serangga yang menggunakan matahari sebagai kompas adalah dari kumpulan diurnal.

Hasil kajian ini menunjukkan bahawa kesan pinggir wujud di dalam ladang Endau-Rompin (Rajah 4). Kesan pinggir boleh dilihat dalam beberapa situasi (Araujo & Espirinto-Santo 2012; Davies et al. 2001; Mathe 2006). Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar kehadiran serangga di kawasan pinggir termasuklah cahaya, penggunaan racun dan juga gangguan manusia (Eycott et al. 2007). Ini adalah selari dengan kepelbagaian dan kelimpahan artropod yang semakin meningkat apabila berhampiran dengan kawasan pinggir (Dennis & Fry 1992). Keadaan ini wujud kerana terjadinya proses migrasi dari kawasan sekeliling (Mathe 2006).



Rajah 4. Graf purata bilangan individu menunjukkan terdapatnya kesan pinggir terhadap serangga fitofagus, pemangsa, parasitoid dan juga pembangkai

Koridor merupakan salah satu faktor yang penting dan perlu diambil kira ketika usaha konservasi dijalankan. Kesan pinggir menyebabkan perubahan dari banyak segi termasuk perubahan dalam kualiti dan ketersediaan sumber serta perubahan dalam gerak balas organisma dan persekitarannya yang baru (Wirth et al. 2008). Menurut Wirth et al. (2008), kebanyakan kajian menunjukkan kawasan pinggir memberikan kesan yang baik kepada serangga herbivori. Seluruh ladang sawit termasuk kawasan di sekelilingnya menentukan kepelbagaian organisma yang hadir di dalam kawasan perladangan. Sememangnya usaha konservasi tidak seharusnya

terhad kepada kawasan hutan primer sahaja kerana kawasan perladangan seperti ladang sawit juga mempunyai nilai konservasi yang tinggi. Ini dapat menyelamatkan pelbagai jenis serangga dari ancaman kepupusan di samping membantu dalam kelangsungan produktiviti ladang yang juga penting dari aspek ekonomi.

KESIMPULAN

Di ladang sawit Endau-Rompin ini, kesan pinggir dapat dilihat dengan jelas memandangkan kelimpahan populasi serangga mengikut kumpulan berfungsi yang terdapat di pinggir ladang adalah lebih tinggi berbanding dengan di kawasan tengah ladang. Kawasan pinggir di dalam ladang kelapa sawit ini juga tidak menjadi suatu habitat unik kepada kumpulan serangga yang spesifik yang mana ia boleh diduduki oleh serangga dari pelbagai spesies yang berbeza. Banyak faktor termasuk arah angin, pergerakan matahari, kewujudan koridor dan juga keadaan persekitaran di dalam dan di luar kawasan perladangan yang mempengaruhi limpahan serangga merentasi sempadan ekosistem sawit Endau-Rompin ini. Hasil kajian yang diperolehi dapat membantu dalam menentukan nilai konservasi bagi sesuatu kawasan perladangan dan juga kawasan persekitarannya.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan ucapan penghargaan buat pihak YP Plantation Holdings Sdn. Bhd. di atas kebenaran untuk menjalankan kajian di ladang kelapa sawit di bawah pemilikan syarikat. Ucapan terima kasih turut diberikan buat pihak Pusat Sistemik Serangga, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) di atas kebenaran menggunakan makmal serangga bagi menjayakan kajian ini.

RUJUKAN

- Araujo, W. S. & Espirinto-Santo, F. K. 2012. Edge effect benefits galling insects in the Brazillian Amazon. *Biodiversity Conservation* 1-7.
- Azmi, W. A., Lian, C. J., Zakeri, H. A., Yusuf, N., Omar, W. B. W., Wai, Y. K., Zulkefli, A. N. & Haris-Hussain, M. 2017. The Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*: Current issues and challenges in Malaysia. *Oil Palm Bulletin* 74: 17-24.
- Azmi, W. A., Saaidin, M. F. M., Haris-Hussain, M. & Hatta, M. F. M. 2019. A survey on diversity of insects in Pulau Sibul, Johor. *Malayan Nature Journal* 71(3): 349-359.
- Basri, M. W. & Norman, K. 1997. Role and effectiveness of *Elaeidobius kamerunicus*, *Thrips hawaiiensis* and *Pyroderces* sp. in pollination of mature oil palm in peninsular Malaysia. *Elaeis* 9(1): 1-16.
- Chung, G. F., Mohd Basri, W. & Ariffin, D. 1995. Recent development in plant protection of the Malaysian palm oil industry. Paper presented at the 1995 PORIM National Oil Palm Conference—Technologies in Plantation Palm Oil Research Institute of Malaysia.
- Collinge, S. K. 2000. Effect of grassland fragmentation on insect species loss, colonization and movement patterns. *Ecology* 81: 2211-2226.
- Daly, H. V, Doyen, J. T, Purcel. III, A. H. 1998. *Introduction to Insect Biology and Diversity*. New York: Oxford University Press.
- Davies, K. F., Melbourne, B. A. & Margules, C. R. 2001. Effects of within and between-patch processes on community dynamics in fragmentation experiment. *Ecology* 82(7): 1830-1846.
- Dennis, P. & Fry, G. L. 1992. Field margins: Can they enhance natural enemy population densities and general arthropod diversity on farmlands. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 40: 95-115.
- Eycott, A., Watts, K., Moseley, D. & Ray, D. 2007. *Evaluating Biodiversity in Fragmented Landscapes: The use of Focal Species*. Edinburgh: Forestry Commission.
- Fitzherbert, E. B., Strucking, M. J., Morel, A., Danielson, F., Bruhl, C. A., Donald, P. F. & Phalan, B. 2008. How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution* 23(10): 538-545.
- Foster, W. A., Snaddon, J. L., Turner, E. C., Fayle, T. M., Cockerill, T. D., Farnon, E. M. D., Broad, G. R., Chung, A. Y. C., Eggleton, P., Chey, V. K. & Kalsum, M. Y. 2011. Establishing the evidence base for maintaining biodiversity and ecosystem function in the oil palm landscapes of South East Asia. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 366: 3277-3291.
- Graham, P. 2010. Insect navigation. In Breed, M. D. & Moore, J. (eds.). *Encyclopedia of Animal Behavior*, pp. 167-175. Oxford: Academic Press.

- Haila, Y. 2002. A conceptual genealogy of fragmentation research: From island biogeography to landscape ecology. *Ecological Application* 12: 321-334.
- Howard, F. W. & Giblin-Davis, R. M. 2008. Palm insects. *Encyclopedia of Entomology* 16: 2721-2726.
- Koh, L. P. & Wilcove, D. S. 2008. Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity. *Conservation Letter* 1-5.
- Mathe, I. 2006. Forest edge and carabid diversity in a Carpathian beech forest. *Community Ecology* 7(1): 91-97.
- Mayfield, M. M. 2005. The importance of nearby forest to known and potential pollinators of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.; Areceaceae) in southern Costa Rica. *Economic Botany* 59(2): 190-196.
- McCune, B. & Grace, J. B. 2002. Analysis of Ecological Community. Glenden Beach, Oregon: MjM Software.
- Merlin, C., Heinze, S. & Reppert, S. M. 2011. Unraveling navigational strategies in migratory insects. *Current Opinion in Neurobiology* 22: 1-9.
- Miguens, F. C., Sacramento, M. J. A., Amorim, L. V., Goebel, V. R., LeCoustour, N., Lummerzheim, M., Lacerda, M. J. I. & Motta, C. R. 2011. Mass trapping and biological control of *Rhynchophorus palmarum*. L: A hypothesis based on morphological evidences. *Entomo Brasilis* 4(2): 49-55.
- Novotny, V. & Basset, Y. 2000. Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. *OIKOS* 89: 564-572.
- Nur Athirah Abdullah. 2011. Perbezaan komuniti serangga pada dua jenis tumbuhan berbunga, *Turnera ulmifolia* dan *Melastoma malabathricum*. Disertasi Ijazah Sarjana Muda Biologi, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Olckers, T. 2000. Biology and physiological host range of four species of *Platyphoragistel* (Coleoptera: Chrysomelidae) associated with *Solanum mauritianum* Scop (Solanaceae) in South America. *The Coleopterist Bulletin* 54(4): 497-510.
- Rosenberg, D. K., Noon, R. R. & Meslow, E. C. 1998. Biological corridors: form, function and efficiency. *Bioscience* 47(10): 677-687.
- Triplehorn, C. A, Johnson, N. F. 2005. *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. United States: Brooks/Cole.
- Turner, P. D. & Gillbanks, R. A. 2003. *Oil Palm Cultivation and Management*. Kuala Lumpur: Incorporated Society of Planters.
- Turner, E. C., Snaddon, J. L., Fayle, T. M. & Foster, W. A. 2008. Oil palm research in context: identifying the need of biodiversity assessment. *PloS ONE* 3(2): 1572-1575.

- Wilcove, D. S., McLellan, C. H. & Dobson, A. P. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. *Conservation Biology* 237-256.
- Wirth, R., Meyer, S. T., Leal, I. R. & Tabarelli, M. 2008. Plant herbivore interactions at the forest edge. *Progress in Botany* 69: 423-442.
- Zahari, S. N. M., Rusli, R., Haris-Hussain, M. & Jalinas, J. 2019. Survival rate and development of larvae *Elaeidobius kamerunicus* (Coleoptera: Curculionidae) on artificial diets. *Serangga* 24(1): 126-141.