

KOMUNITI MAKROARTROPODA YANG BERASOSIASI DENGAN EKOSISTEM SAWIT DI ATAS JENIS TANAH YANG BERBEZA

Madiah Halim*¹, Dzulhelmi Muhammad Nasir², Andi Saputra¹, Zeti Aktar Ayob¹,
Syarifah Zulaikha Syed Ahmad¹, Abdullah Muhaimin Mohammad Din¹, Wan
Nurashikin Wan Mohd Khairuddin¹, Faszly Rahim³

¹ Fakulti Sains & Teknologi,

Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 43600, Selangor.

²Unit Entomologi dan Mikrobiologi Gunaan, Bahagian Penyelidikan Biologi, Lembaga
Minyak Sawit Malaysia, 6 Persiaran Institusi, Bandar Baru Bangi, 43000 Kajang, Selangor

³Pusat PERMATA Insan, Universiti Sains Islam Malaysia, Kompleks PERMATA Insan,
Bandar Bahru Nilai, 71800, Nilai, Negeri Sembilan, Malaysia.

*Corresponding author: *wanmadywanhalim@gmail.com*

ABSTRAK

Kajian terhadap struktur komuniti tanah di kawasan ladang monokultur masih kurang dan tidak meluas sedangkan komuniti ini memberi sumbangan besar terhadap kestabilan sesuatu ekosistem. Tujuan kajian adalah untuk menentukan perbezaan komposisi makroartropoda yang berasosiasi dengan biojisim sawit mereput di atas tiga jenis tanah yang berbeza berdasarkan kumpulan pemakanan. Kajian ini menggunakan kaedah garis transek dengan lima unit persampelan (kuadrat) pada tiga jenis tanah yang berbeza di ekosistem sawit Ladang Endau Rompin, Pahang iaitu di tanah liat, tanah gambut cetek dan juga tanah gambut dalam. Jumlah keseluruhan unit persampelan adalah 15 unit dan persampelan dilakukan sebanyak tiga kali. Sejumlah 942 individu daripada 14 order makroartropoda dan 38 famili berjaya disampel di Ladang Endau Rompin. Kajian ini memperolehi empat kelas artropoda iaitu Arachnida, Heksapoda, Malacostraca dan Miriapoda. Jenis tanah yang mencatatkan bilangan individu artropoda masing-masing iaitu tanah liat (432 individu; 12 order; 30 famili), tanah gambut cetek (386 individu; 14 order; 30 famili) dan tanah gambut dalam (133 individu; 9 order; 18 famili). Perbezaan yang signifikan ($\chi^2 = 312.285$, dk = 74, $p < 0.05$) telah dikenalpasti antara jenis tanah dan famili makroartropoda. Melalui analisis pengelompokan dua hala mengikut pembahagian transek, 11 kelompok komuniti makroartropoda tanah dapat dikenalpasti berdasarkan kumpulan pemakanan. Kumpulan pemakanan omnivor (69%) adalah kumpulan pemakanan yang tertinggi diikuti oleh kumpulan pemakanan pemangsa (17.3%), pebangkai (13.4%) dan akhir sekali ialah fitofagus (0.3%). Kajian ini berjaya mengenalpasti komuniti makroartropoda tanah yang berasosiasi dengan biojisim sawit mereput di atas jenis tanah yang berbeza berdasarkan kumpulan pemakanan dan kelimpahan komuniti tanah berpandukan kedudukan petak tanaman.

Kata kunci: ekologi komuniti, invertebrata, pertanian, kelapa sawit

ABSTRACT

Studies of soil communities are few and not widely covered at area of monoculture plantation while the community contributed significantly to the stability of an ecosystem. The purpose of the study was to determine the composition of macroarthropod associated with decaying oil palm biomass at three different types of soil and cluster them in feeding guild. This study used line transect method with five sampling units at each types of soil in the palm oil ecosystem of Endau Rompin, Pahang consist of clay, shallow peat and deep peat. The total number of sampling units are 15 units (quadrats) and the sampling was conducted three times. A total of 942 individuals from 14 orders and 38 families of macroarthropod were successfully sampled at Endau Rompin. This study obtained four classes of arthropod which are Arachnids, Hexapods, Malacostraca and also Myriapods. Number of individuals of arthropods for each soil types were recorded which is from Clay soil (432 individuals; 12 orders; 30 families), shallow peat soil (386 individuals; 14 orders; 30 families) and deep peat soil registered (133 individuals; 9 orders; 18 families). Significant difference ($\chi^2 = 312.285$, dk = 74, $p < 0.05$) between the types of soil and family of macroarthropods were identified. The two-way cluster analysis identified 11 groups of communities of soil macroarthropods based on their feeding guild. Omnivorous group (69%) were the highest group followed by predators (17.3%), scavengers (13.4%) and lastly phytophagous (0.3%). This study had able to identify communities of macroarthropod associated with decaying oil palm biomass at three different types of soil and cluster them to feeding guilds. This studies also managed to determine that abundance of soil communities were based on the plant grid position along the plantation field.

Keywords: Community ecology, invertebrates, agriculture, oil palm

PENDAHULUAN

Komuniti artropod tanah merangkumi 3.6 juta spesies daripada keseluruhan hidupan bumi yang beranggaran hampir 30 juta (Ashford et al. 2013; Hamilton et al. 2010). Komuniti tanah adalah salah satu komuniti ekosistem daratan yang mempunyai kepelbagaian dan kelimpahan organisma yang tinggi serta memainkan peranan yang penting dalam ekosistem (Ruiz & Lavelle 2008). Pemahaman yang jelas mengenai organisma tanah adalah sangat penting kerana organisma ini mencerminkan perubahan dalam sesuatu habitat seperti gangguan, saiz habitat dan sebagainya (Migliorini et al. 2004).

Aktiviti komuniti organisma tanah boleh memberi kesan yang mendalam kepada sifat tanah serta proses fizikal dan kimianya (Okwakol 1994). Menurut Bardgett (2005), komuniti tanah ini memainkan peranan penting dalam kitaran bahan organik dan nutrien di sesuatu ekosistem. Selain itu, komuniti ini berkepentingan dalam ekosistem bagi kitaran dinamik karbon yang menunjukkan kaitan yang positif dan memberi signifikan hampir 80% kepada hidupan daratan secara global (Nielsen et al. 2011). Ia juga dapat dijadikan sebagai penunjuk biologi (Mohamedova & Lecheva 2013), menentukan status biotik dan fungsi sesuatu ekosistem tanah (Wu et al. 2006). Komuniti ini sangat dipengaruhi oleh keadaan persekitaran dan faktor edafik dan setiap perubahan yang berlaku dalam penggunaan tanah juga mampu mengubah struktur komuniti tanah (Wallwork 1976). Tanpa komuniti artropoda, kebanyakan ekosistem akan berada dalam keadaan tidak stabil (Kustritz & Melis 1999; Ruiz & Lavelle 2008).

Walau bagaimanapun, komuniti tanah banyak menerima impak hasil daripada aktiviti manusia dan cenderung untuk hilang dalam kebanyakan agroekosistem (Lavelle 1996). Oleh

yang demikian, kajian mengenai artropoda sangat berguna dan memberi informasi yang penting terhadap sesuatu pengurusan ekosistem (Pérez & Romero 2012) selain fauna tanah ini mempunyai generasi yang cepat dan singkat, mudah untuk disampel serta tidak menimbulkan kontroversi di mata awam (Rota et al. 2015).

Malaysia mempunyai industri kelapa sawit yang pesat membangun dalam sektor pertanian di peringkat global (Corley & Tinker 2008). Di ekosistem kelapa sawit, terdapat beberapa fungsi ekosistem dan proses ekologi yang diperantara oleh komuniti artropoda iaitu penguraian dan penyuburan tanah (Foster et al. 2011). Biojisim yang terdiri daripada pelepah (70%), buah tandan (10%) dan batang (5%) kelapa sawit merupakan bahan buangan pertanian yang kebanyakannya terbiar mereput di ladang (Siti-Normah et al. 2012). Bennet (2010) menyatakan bahawa perbezaan pada komuniti tumbuh-tumbuhan mewujudkan variasi pada bahan organik dan biojisim tumbuhan yang memainkan peranan penting dalam menentukan kepelbagaian komuniti tanah. Kajian ini bertujuan untuk menentukan perbezaan komposisi makroartropoda berdasarkan kumpulan berfungsi dan juga berasosiasi dengan biojisim sawit mereput di atas tiga jenis tanah yang berbeza.

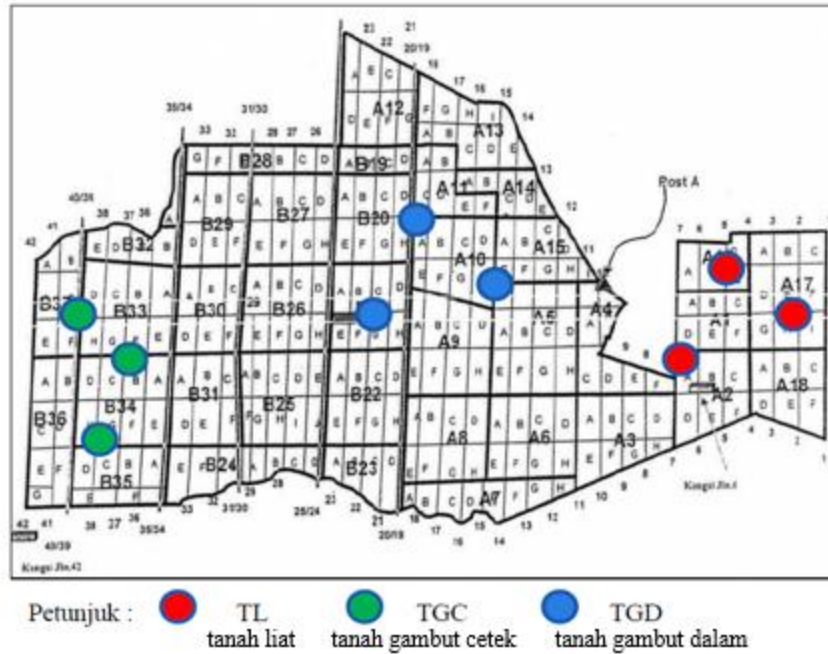
BAHAN DAN KAEDAH

Tapak Kajian

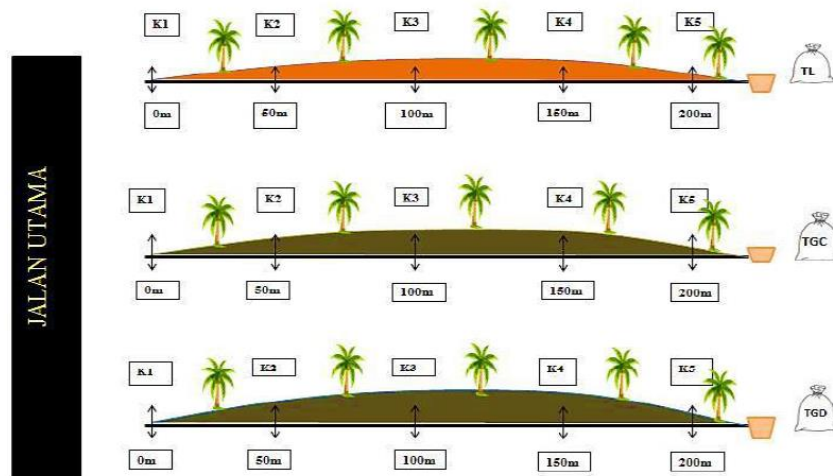
Ladang Endau Rompin (LER) ($2^{\circ} 36'U$, $103^{\circ} 34'T$) yang berkeluasan 3,922 hektar milik YP Plantation Holdings Sdn Bhd terletak kira-kira 15 km dari Pekan Tanjung Gemok, Kuala Rompin, Pahang dan Padang Endau, Mersing, Johor. Ladang ini terletak bersempadanan dengan bahagian timur Taman Negara Endau Rompin. Tanah gambut merupakan jenis tanah utama di ladang kelapa sawit ini, tetapi tanah liat juga boleh ditemui di kawasan pinggir barat laut dan tenggara (Faszly 2008).

Persampelan

Persampelan telah dijalankan di tiga jenis tanah iaitu tanah gambut dalam (TGD), tanah gambut cetek (TGC) dan juga tanah liat (TL) antara bulan Ogos dan Disember 2014 di Ladang Endau Rompin (Rajah 1). Kaedah transek dengan kuadrat telah dipilih untuk persampelan ini. Sebanyak tiga garis transek dengan jumlah lima kuadrat bagi setiap transek dipasang secara rawak bagi setiap jenis tanah pada baris vegetasi sawit merentas petak tanaman. Sampel dikumpul dengan mengutip serasah daun di timbunan pelepah pada saiz kuadrat berkeluasan 1 m^2 di sepanjang 200×2 meter transek di mana kuadrat ini mewakili unit persampelan pada setiap timbunan pelepah merentas petak tanaman. Kawasan yang dibahagikan adalah kawasan yang berdekatan dengan bahagian pinggir (K1), bahagian tengah (K2, K3, K4) dan bahagian berhampiran parit (K5) di hujung petak tanaman (Rajah 2).



Rajah 1. Kedudukan transek di tiga jenis tanah.



Rajah 3.3 Profil Perwakilan Susun Atur Petak Tanaman Sawit Di LER dan Kedudukan Kuadrat Persampelan di Sepanjang Transek



Rajah 2. Profil perwakilan susun atur petak tanaman sawit di Ladang Endau Rompin dan kedudukan kuadrat persampelan di sepanjang transek.

Sepanjang persampelan, sampel telah dikumpul di setiap kuadrat yang terdapat timbunan pelepah sawit dengan menggunakan pencedok dan tangan kemudian diletakkan dalam karung yang mempunyai material kain kapas. Ini bertujuan untuk mengeringkan sampel biojisim sawit mereput di dalam karung tersebut bagi memudahkan proses pengasingan di makmal. Tanah dan serasah yang telah dikumpul di dalam karung diletakkan ke dalam bekas untuk tujuan proses pengasingan dengan memecahkan sisa-sisa timbunan pelepah untuk

memisahkan makroartropoda daripadanya dengan menggunakan forsep dan tangan. Ini kerana, makroartropoda yang boleh dilihat dengan menggunakan mata kasar dikumpul dan disisih dengan menggunakan tangan (Coleman et al. 2004).

Pengawetan dan Pengecaman Spesies

Keseluruhan sampel makroartropoda tanah ini telah menjalani proses pengawetan secara kering dan basah. Pengawetan secara kering memerlukan proses pengepitan di bahagian toraks spesimen dan diikuti pengeringan sepenuhnya di dalam ketuhar pada suhu 45°C selama tujuh hari bagi mengelakkan daripada diserang kulat. Pengawetan secara basah pula adalah dengan mengasingkan specimen dan meletakkannya ke dalam bekas yang mengandungi 70% -80% etanol. Spesimen yang diperolehi telah dilabel dan disertakan dengan maklumat mengikut nama famili, lokasi kuadrat dan tapak persampelan, tarikh dan juga nama pemungut. Pengecaman spesimen berdasarkan morfologi luaran sehingga ke peringkat famili dilakukan dengan merujuk kepada Triplehorn & Johnson (2005), koleksi spesimen yang tersedia ada di Pusat Sistemik Serangga UKM (PSS-UKM) dan juga merujuk kepada pakar-pakar ahli taksonomi yang sedia ada.

Analisis Data

Anggaran Bilangan dan Kepelbagaian Famili Makroartropoda

Penganggaran bilangan famili yang diperolehi dan usaha persampelan famili ditentukan melalui lengkung akumulasi. Pengukuran Sorenson digunakan bagi mengetahui sama ada bilangan makroartropoda mencukupi atau tidak. Anggaran bilangan famili makroartropoda diperolehi dengan menggunakan anggaran Jackknife. Indeks Kepelbagaian Shannon (H'), Indeks Kepelbagaian Simpson (D') dan Indeks Kesamarataan (E') telah digunakan untuk menentukan kepelbagaian famili makroartropoda. Indeks kepelbagaian Shannon (H') lebih cenderung kepada spesies yang langka manakala indeks kepelbagaian Simpson (D') pula dapat menunjukkan spesies yang dominan (Magurran 1998). Kesemua analisis ini dijalankan dengan menggunakan perisian PCORD 6 (MjM Software 2001).

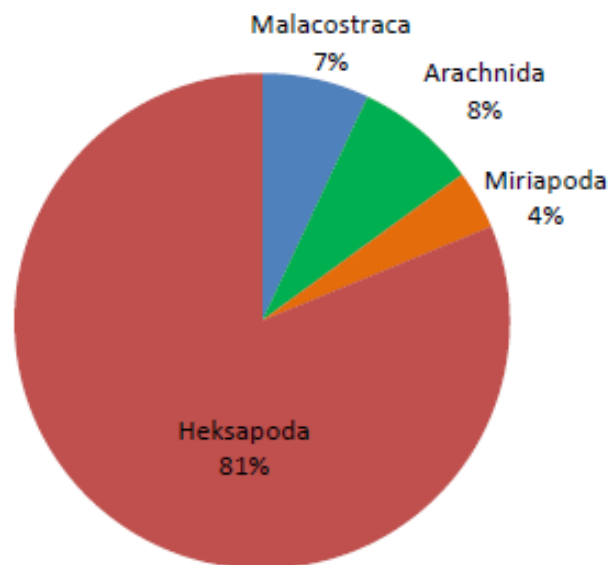
Pengelompokan Komuniti Makroartropoda Berdasarkan Kumpulan Berfungsi

Struktur komuniti makroartropoda yang berfungsi berdasarkan kumpulan pemakanan telah dikenalpasti berdasarkan maklumat kuadrat, jenis tanah dan jumlah individu per famili. Komuniti makroartropoda telah dianalisa berdasarkan analisis pengelompokan dua hala. Analisis ini juga dilakukan untuk mengkaji pertindihan famili makroartropoda berdasarkan kebarangkalian kelimpahan pengelompokan famili mengikut lokasi persampelan. Perbandingan telah dibuat berdasarkan jenis tanah dan juga kedudukan kuadrat merentas petak tanaman. Analisis ini dijalankan dengan menggunakan perisian PCORD 6 (MjM Software 2001).

HASIL

Sejumlah 942 individu makroartropoda yang keseluruhannya terdiri daripada empat kelas iaitu Heksapoda (81%), Arachnida (8%), Malacostraca (7%) dan Miriapoda (4%) yang merangkumi 14 order dan 38 famili telah diperolehi daripada 15 kuadrat dengan menggunakan transek pada tiga jenis tanah iaitu tanah liat, tanah gambut cetek dan tanah gambut dalam yang terdapat di Ladang Endau Rompin. Hymenoptera merupakan order yang paling dominan (398 individu; 42%) bagi kelas Heksapoda. Bagi kelas Arachnida pula, order Araneae adalah yang paling dominan (71 individu; 8%). Namun begitu, kelas Malacostraca hanya diwakili oleh order Isopoda (66 individu 7%) sahaja. Kelas Miriapoda pula diwakili oleh dua order yang berkongsi

peratusan yang sama iaitu order Geophilomorpha (12 individu; 1 %) dan Lithobiomorpha (12 individu; 1 %) (Rajah 3). Ujian Khi kuasa Dua Dua-Hala menunjukkan perbezaan yang signifikan di antara kelas makroartropoda tanah dan jenis tanah di LER ($\chi^2 = 20.162$, dk = 6, $p < 0.05$).



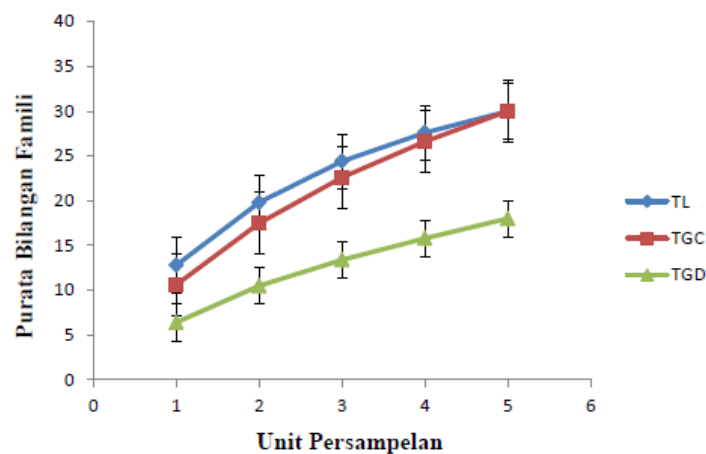
Rajah 3. Komposisi mengikut kelas makroartropoda tanah di Ladang Endau Rompin.

Selain itu, kelimpahan makroartropoda yang tertinggi dicatat untuk kawasan tanah liat (423 individu; 30 famili; 12 order) diikuti oleh tanah gambut cetek (386 individu; 30 famili; 14 order) dan tanah gambut dalam (133 individu; 18 famili; 9 order). Dari aspek kelimpahan famili bagi keseluruhan koleksi makroartropoda di Ladang Endau Rompin, famili Formicidae (398 individu; 42%) merupakan famili yang mendominasi kawasan kajian diikuti dengan famili Termitidae (109 individu; 12%) dan seterusnya famili Tenebrionidae (58 individu; 6%) (Jadual 1). Dari segi kelimpahan famili mengikut jenis tanah pula, ketiga-tiga jenis tanah mencatatkan famili Formicidae sebagai famili yang paling melimpah. Ujian Khi Kuasa Dua Dua-Hala pula menunjukkan perbezaan yang signifikan di antara famili makroartropoda tanah dan jenis tanah di LER ($\chi^2 = 312.285$, dk = 74, $p < 0.05$). Persampelan komuniti arthropoda tanah daripada ketiga-tiga jenis tanah telah dianalisa menggunakan lengkung akumulasi spesies dan anggaran Jackknife pertama dan kedua (Rajah 4).

Jadual 1. Senarai koleksi dan bilangan individu makroartropoda yang diperolehi hasil persampelan di Ladang Endau Rompin mengikut order dan famili.

Order	Taksa	Kod Singkatan	Bilangan Individu
Araneae	Corinnidae	Ara corin	20
	Ctenidae	Ara cte	1
	Lycosidae	Ara Lyco	20
	Pholcidae	Ara phol	2
	Salticidae	Ara sal	2
	Sparassidae	Ara spa	2
	Zodariidae	Ara zoda	24
	Blattaria	Blaberidae	Bla blabe

	Blattaria02	Blatta02	5
	Blattaria03	Blatta03	7
	Blattaria04	Blatta04	5
	Blattaria07	Blatta07	3
	Blattaria08	Blatta08	2
	Blattaria11	Blatta11	3
	Blattelidae	Bla blatte	2
	Polyphagidae	Bla poly	2
Coleoptera	Attelabidae	Col atte	2
	Carabidae	Col cara	5
	Staphylinidae	Col staphy	1
	Tenebrionidae	Col tene	58
Dermaptera	Dermaptera01	Derm01	5
	Dermaptera02	Derm02	41
	Dermaptera03	Derm03	43
	Dermaptera04	Derm04	7
	Dermaptera05	Derm05	19
	Dermaptera06	Derm06	19
Geophilomorpha	Geophilidae	Geophi	12
Hemiptera	Hemiptera01	Hemip01	3
Hymenoptera	Formicidae	Hym form	398
Isoptera	Rhinotermitidae	Isp rhino	5
	Termitidae	Isp term	109
Isopoda	Porcellionidae	Iso porce	18
	Trichoniscidae	Iso tricho	48
Lithobiomorpha	Lithobiidae	Lithobi	12
Opiliones	Opiliones01	Opili01	2
Orthoptera	Gryllidae	Grylli	16
Polydesmida	Paradoxosomatidae	Parado	12
Pseudoscorpiones	Cheliferidae	Chelif	2
JUMLAH			942



Rajah 4. Lengkung pengumpulan famili mengikut bilangan unit persampelan di setiap jenis tanah di LER

Berdasarkan kajian ini, lengkung akumulasi di TL adalah paling tinggi berbanding TGC dan juga TGD. Namun begitu, lengkung akumulasi menunjukkan corak garis yang tidak mendatar dan masih tidak mencapai asimptot. Selain itu, nilai indeks kepelbagaian Shannon dan Simpson dan kesamarataan sedikit sebanyak dipengaruhi oleh kehadiran famili yang dominan dan langka di setiap jenis tanah (Jadual 2). Walaupun nilai indeks kepelbagaian di kesemua unit persampelan pada setiap jenis tanah menunjukkan sedikit perbezaan namun nilai ujian t ($P > 0.05$) menunjukkan bahawa tiada perbezaan yang nyata di antara kesemua unit persampelan di setiap jenis tanah.

Jadual 2. Indeks kepelbagaian di kuadrat bagi setiap jenis tanah di Ladang Endau Rompin.

Jenis Tanah	S	E'	H'	D'
TLK1	17	0.755	2.138	0.8009
TLK2	13	0.771	1.977	0.8027
TLK3	14	0.521	1.374	0.5186
TLK4	9	0.701	1.539	0.6712
TLK5	14	0.773	2.041	0.7897
Purata	13.4	0.7042	1.8138	0.71662
TGCK1	12	0.715	1.776	0.7262
TGCK2	12	0.789	1.96	0.7811
TGCK3	12	0.564	1.401	0.6304
TGCK4	15	0.859	2.327	0.872
TGCK5	5	0.695	1.119	0.5858
Purata	11.2	0.7244	1.7166	0.7191
TGDK1	7	0.949	1.846	0.8264
TGDK2	6	0.53	0.95	0.4235
TGDK3	8	0.589	1.226	0.5333
TGDK4	4	0.942	1.306	0.7101
TGDK5	8	0.664	1.381	0.6003
Purata	6.6	0.7348	1.3418	0.61872

Nota: S= Bilangan Famili (Kekayaan)

H'= Indeks Kepelbagaian Shannon

D'= Indeks Kepelbagaian Simpson

E'= Indeks Kesamarataan

Pengelompokan Komuniti Makroartropoda Berdasarkan Kumpulan Berfungsi Pemakanan

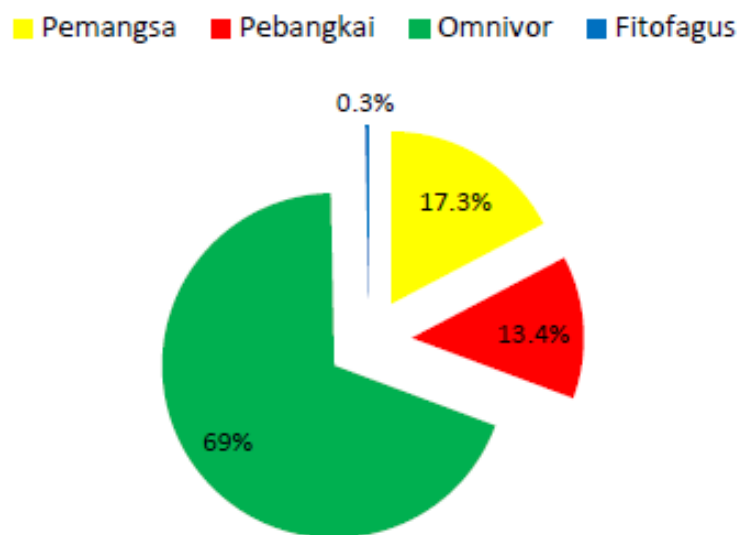
Hasil koleksi makroarthropoda yang diperolehi dalam kajian ini telah dikenalpasti dan diklasifikasikan mengikut kumpulan berfungsi iaitu kumpulan pemakanan. Senarai famili makroartropoda mengikut kumpulan pemakanan dan pengelasan dibuat berdasarkan peranan makroartropoda dalam sesuatu struktur komuniti (Jadual 3) (Daly et al. 1998).

Jadual 3. Pengelasan famili makroartropoda tanah mengikut kumpulan pemakanan di LER

Kumpulan Pemakanan	Famili
Fitofagus	Hemiptera01
Omnivor	Blaberidae
	Blattaria02
	Blattaria03
	Blattaria04
	Blattaria07
	Blattaria08
	Blattaria11
	Blattellidae
	Dermaptera01
	Dermaptera02
	Dermaptera03
	Dermaptera04
	Dermaptera05
	Dermaptera06
	Formicidae
	Gryllidae
	Opiliones01
	Polyphagidae
	Porcellionidae
	Trichoniscidae
Pemangsa	Attelabidae
	Carabidae
	Cheliferidae
	Corrinidae
	Ctenidae
	Geophilidae
	Lithobiidae
	Lycosidae
	Pholcidae
	Salticidae
	Sparassidae
	Staphylinidae
	Tenebrionidae

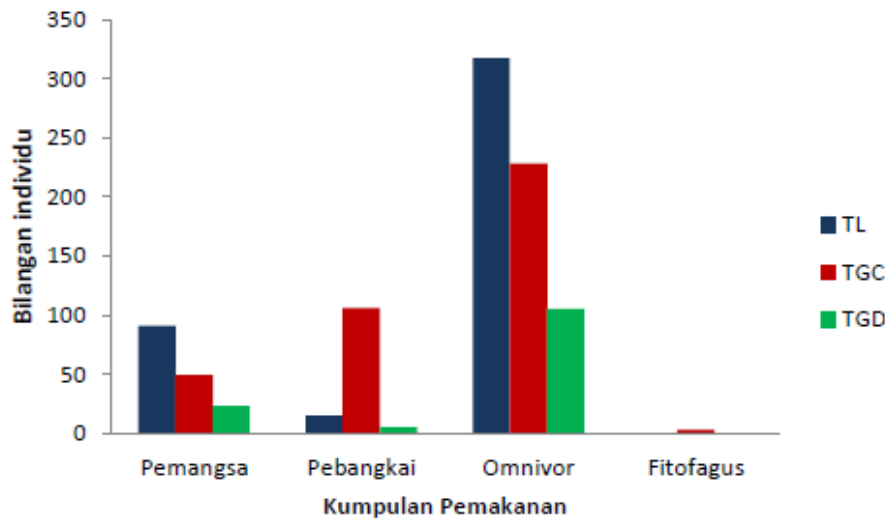
	Zodariidae
Pebangkai	Paradoxosomatidae Rhinotermitidae Termitidae

Hasil keseluruhan makroartropoda yang telah dikenalpasti mengikut kumpulan berfungsi menunjukkan kumpulan pemakanan omnivor (69%) adalah kumpulan pemakanan yang tertinggi diikuti oleh kumpulan pemakanan pemangsa (17.3%), pebangkai (13.4%) dan akhir sekali ialah fitofagus (0.3%) (Rajah 5). Kelimpahan kumpulan pemakanan fitofagus yang sedikit adalah disebabkan persampelan bagi kajian ini hanya dilakukan di biojisim sawit atas tanah (pelepah-pelepah sawit) yang terdiri daripada bahan yang mereput dan ini menghadkan sumber makanan bagi kumpulan ini.



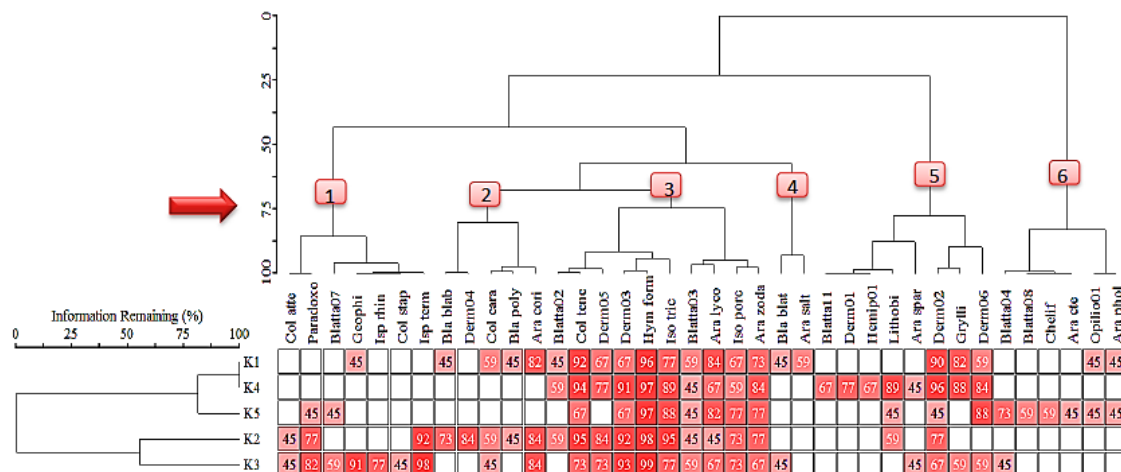
Rajah 5. Komposisi famili makroartropoda tanah berdasarkan kumpulan pemakanan di LER

Kumpulan pemakanan omnivor mendominasi di ketiga-tiga jenis tanah iaitu TL (317 individu; 49%), TGC (228 individu; 35%) dan juga TGD (105 individu; 16%). Kumpulan pemakanan pebangkai pula melimpah di TGC (106 individu; 84%) diikuti oleh TL (15 individu; 12%) dan TGD (5 individu; 4%). Kumpulan pemangsa menunjukkan TL mempunyai kelimpahan yang paling tinggi (91 individu; 56%) diikuti oleh TGC (49 individu; 30%) dan akhir sekali TGD (23 individu; 14%) (Rajah 6).



Rajah 6. Bilangan individu makroartropoda tanah mengikut kumpulan pemakanan di setiap jenis tanah di LER

Analisis pengelompokan dua hala menunjukkan kehadiran dan ketidakhadiran dan kebarangkalian bagi setiap famili di setiap unit persampelan kuadrat pada garis transek menunjukkan tiada perbezaan yang jelas di antara jenis tanah di lokasi kajian (Rajah 7). Namun, terdapat enam kelompok besar famili makroartropoda tanah yang dapat dikenalpasti pada nilai pertindihan sebanyak 75% berdasarkan kumpulan pemakanan (Jadual 4).



Rajah 7. Dendrogram dua hala yang menunjukkan pertindihan dan kebarangkalian kehadiran famili bagi setiap unit persampelan mengikut kedudukan kuadrat merentas petak tanaman

Jadual 4. Pengelompokan mengikut komuniti yang dikenalpasti pada kesamaan 75% berdasarkan kedudukan kuadrat.

Kelompok Sampel	Famili yang Hadir	Kumpulan Pemakanan
Kelompok 1	Attelabidae	Pemangsa
	Paradoxosomatidae	Pebangkai
	Blattaria07	Omnivor
	Geophilidae	Pemangsa
	Rhinotermitidae	Pebangkai
	Staphylinidae	Pemangsa
	Termitidae	Pebangkai
Kelompok 2	Blaberidae	Omnivor
	Dermaptera04	Omnivor
	Carabidae	Pemangsa
	Polyphagidae	Omnivor
	Corinnidae	Pemangsa
Kelompok 3	Blattaria02	Omnivor
	Tenebrionidae	Pemangsa
	Dermaptera05	Omnivor
	Dermaptera03	Omnivor
	Formicidae	Omnivor
	Trichoniscidae	Omnivor
	Blattaria03	Omnivor
	Lycosidae	Pemangsa
	Pocellionidae	Omnivor
Zodariidae	Pemangsa	
Kelompok 4	Blattellidae	Omnivor
	Salticidae	Pemangsa
Kelompok 5	Blattaria11	Omnivor
	Dermaptera01	Omnivor
	Hemiptera01	Fitofagus
	Lithobiidae	Pemangsa
	Sparassidae	Pemangsa
	Dermaptera02	Omnivor
	Gryllidae	Omnivor
	Dermaptera06	Omnivor
Kelompok 6	Blattaria04	Omnivor
	Blattaria08	Omnivor
	Cheliferidae	Pemangsa
	Ctenidae	Pemangsa
	Opiliones	Omnivor
	Pholcidae	Pemangsa

Kelompok 1 menunjukkan kehadiran famili Attelabidae, Paradoxosomatidae, Blattaria07, Geophilidae, Rhinotermitidae, Staphylinidae dan juga Termitidae (pemangsa, pebangkai dan omnivor). Kelompok 2 pula menunjukkan kehadiran famili kumpulan pemakananan omnivor dan pemangsa sahaja yang terdiri daripada famili Blaberidae, Dermaptera04, Carabidae, Polyphagidae dan Corinnidae.

Kelompok 3 mencatatkan kehadiran famili Blattaria02, Tenebrionidae, Dermaptera05, Dermaptera03, Formicidae, Trichoniscidae, Blattaria03, Lycosidae, Porcellionidae dan Zodariidae. Famili Formicidae mempunyai kelimpahan yang paling tinggi di semua kedudukan kuadrat merentas petak tanaman sawit. Famili Tenebrionidae juga mencatatkan kelimpahan yang tinggi di K1, K2 dan juga K4. Kelompok ini didominasi oleh kumpulan pemakanan omnivor berbanding kumpulan pemangsa. Pada nilai pertindihan sebanyak 96.7% Blattaria03 (omnivor) dan Lycosidae (pemangsa) dikelompokkan bersama manakala famili Porcellionidae dan Zodariidae (omnivor dan pemangsa) juga dikelompokkan bersama pada nilai pertindihan sebanyak 97.6%. Interaksi yang kuat antara mangsa dan pemangsa kemungkinan berlaku dalam kelompok ini.

Kelompok 4 hanya diwakili oleh famili Blattellidae dan Salticidae (omnivor dan pemangsa). Kelompok 5 menunjukkan kehadiran pemangsa, omnivor dan fitofagus dari famili Blattaria11, Dermaptera01, Hemiptera01, Lithobiidae, Sparassidae, Dermaptera02, Gryllidae dan Dermaptera06. Famili Dermaptera02 juga hadir di setiap kedudukan kuadrat merentas petak tanaman. Kelompok 6 pula diwakili oleh famili Blattaria04, Blattaria08, Cheliferidae, Ctenidae, Opiliones01 dan Pholcidae. Famili Opiliones01 dan Pholcidae dikelompokkan bersama pada nilai pertindihan sebanyak 100% kerana hadir di K1 dan K5 dengan kebarangkalian kelimpahan yang sama. Kehadiran famili Pholcidae di unit persampelan di bahagian pinggir dan hujung transek (K1 dan K5) kebiasaannya tidak ditemui di habitat ini kerana kemungkinan famili Pholcidae ini terjatuh ke tanah semasa sampel serasah diambil.

PERBINCANGAN

Anggaran Bilangan dan Kepelbagaian Famili Makroartropoda

Secara keseluruhannya, daripada 942 individu makroartropoda, empat kelas iaitu Heksapoda, Arachnida, Malacostraca dan Miriapoda yang merangkumi 14 order dan 38 famili telah diperolehi daripada 15 kuadrat dengan menggunakan transek pada tiga jenis tanah iaitu tanah liat, tanah gambut cetek dan tanah gambut dalam yang terdapat di Ladang Endau Rompin. Empat belas order itu ialah Araneae, Blattaria, Coleoptera, Dermaptera, Geophilomorpha, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Isopoda, Lithobiomorpha, Opiliones, Orthoptera, Polydesmida dan Pseudoscorpiones. Daripada 38 famili, Formicidae merupakan famili yang mendominasi koleksi di ketiga-tiga jenis tanah diikuti oleh famili Termitidae dan famili Tenebrionidae. Famili ini merupakan serangga tanah yang amat penting serta mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap struktur tanah (Coleman et al. 2004). Menurut Greenslade (1974) pula, kelimpahan populasi famili Formicidae di sesuatu tempat tidak dipengaruhi oleh jenis tanah dan bahan organik yang terkandung dalam tanah tersebut.

Bagi kelimpahan famili Termitidae pula, spesies daripada order Isoptera ini wujud di dalam organisasi sosial atau koloni di mana mereka terbahagi kepada beberapa kasta seperti askar, reproduktif dan pekerja (Triplehorn & Johnson 2005). Menurut Jalaludin et al. (2018), 29 spesies anai-anai dari famili Rhinotermitidae dan Termitidae telah berjaya diperolehi di Ladang Endau Rompin di mana tanah gambut cetek mencatatkan bilangan spesies tertinggi diikuti oleh tanah liat dan tanah gambut dalam.

Kelimpahan famili Tenebrionidae yang tinggi adalah disebabkan order Coleoptera merupakan antara komuniti tanah artropoda yang melimpah kerana mempunyai sifat umum sebagai penghuni tetap tanah (Doblas-Miranda et al. 2007). Malah, kumbang juga merupakan serangga yang memainkan peranan penting dalam rangkaian makanan, persekitaran, kepentingan ekonomi dan sangat sensitif terhadap aktiviti manusia (Luqman et al. 2018).

Kajian ini juga menunjukkan perbezaan yang signifikan berdasarkan jenis tanah yang membuktikan bahawa kehadiran komuniti tanah makroartropoda di ekosistem sawit juga bergantung kepada jenis tanah. Menurut Jalaludin et al. (2018), jenis tanah yang berbeza di ekosistem sawit akan mewujudkan komuniti anai-anai yang berbeza. Ini kerana kebanyakan spesies yang menjadikan tanah sebagai habitat akan bergantung kepada komposisi dan kandungan tanah tersebut selain daripada persekitaran yang ada. Daripada hasil kajian ini, tanah liat mencorakkan lengkung akumulasi yang paling tinggi. Hal ini adalah kerana pokok kelapa sawit di tanah ini merupakan yang tertua jikabandingkan dengan kelapa sawit pada tanah gambut cetek dan tanah gambut dalam (Zeti 2013). Tambahan juga, pancaran cahaya matahari akan berkurangan sebanyak 10% bagi tanah untuk kelapa sawit yang berumur enam tahun dan ke atas, kerana saiz litupan kanopi yang lebih besar di hanya membenarkan sedikit penyebaran cahaya pada tanah (Chin 1998). Maka, kelimpahan artropoda akan bertambah apabila suhu persekitaran rendah (Foster et al. 2011). Walau bagaimanapun, lengkung akumulasi tidak mencapai asimptot adalah disebabkan kehadiran spesies yang dominan (Komonen 2003). Hal ini telah terbukti bagi koleksi makroartropoda untuk ketiga-tiga jenis tanah ini.

Pengelompokan Komuniti Makroartropoda Berdasarkan Kumpulan Berfungsi Pemakanan

Secara keseluruhannya, setiap kelompok yang terbentuk menunjukkan adanya interaksi antara mangsa dan pemangsa. Menurut Williams & Flaxman (2012), interaksi antara mangsa dan pemangsa memainkan peranan yang sangat penting dalam membentuk taburan ruang dalam sesuatu komuniti biologi. Komuniti tanah makroartropoda ini stabil kerana pelbagai interaksi antara kumpulan pemakanan hadir di setiap kedudukan kuadrat merentas petak tanaman terutamanya dari kelompok 1.

Kelimpahan mangsa juga mampu menentukan taburan kumpulan pemangsa di sesuatu kawasan (Holland et al. 1999). Berdasarkan kajian ini, kumpulan pemangsa hadir di setiap kelompok yang menunjukkan wujudnya interaksi antara komuniti makroartropoda tanah di Ladang Endau Rompin. Menurut Stenchly et al. (2012), order Araneae merupakan kumpulan pemangsa yang penting bagi serangga perosak di kawasan sederhana tropika. Walaupun kehadiran pemangsa tidak mencatatkan kelimpahan yang tinggi tetapi mempunyai kepelbagaian yang lebih tinggi berbanding kumpulan pebangkai kerana diwakili oleh pelbagai famili.

Kumpulan pemakan omnivor mempunyai tabiat ekologi yang sangat luas kerana boleh beradaptasi di pelbagai habitat berbanding artropoda lain (Agrawal 2003). Kajian struktur komuniti Formicidae membuktikan bahawa sembilan daripada 16 kumpulan Formicidae menjadikan serasah daun sebagai habitat utama (Esteves et al. 2008). Jika dibandingkan dengan famili lain, Formicidae dipercayai merupakan penyumbang terbesar terhadap kelimpahan kumpulan omnivor. Selain itu, famili Formicidae merupakan antara makroartropoda tanah yang penting kerana kelimpahannya yang tinggi dan mempunyai peranan yang penting dalam pembentukan tanah sehingga digelar “jurutera ekosistem” (Ruiz & Lavelle 2008). Mereka merupakan kumpulan yang sangat melimpah dan dominan hampir pada semua ekosistem daratan (Dunn et al. 2007). Ini terbukti benar kerana dalam kajian ini, Formicidae menyumbang kepada kelimpahan yang tinggi kepada komuniti makroartropoda tanah sekali gus mendominasi kumpulan pemakan omnivor. Selain itu, kewujudan Dermaptera sebagai kumpulan pemakan omnivor juga boleh berperanan sebagai pemakan bahan organik di habitat tersebut (Evenhuis et al. 2010). Menurut Haas & Gorb (2004), Dermaptera boleh ditemui di serasah daun dan di celahan kulit kayu. Ini dapat menerangkan kelimpahan order

Dermaptera di setiap unit persampelan kerana sampel dikutip dengan mengambil serasah (biojisim sawit mereput) di kawasan kajian. Dermaptera juga boleh ditemui dengan banyak pada bunga jantan kelapa sawit.

Bagi kumpulan pebangkai, anai-anai merupakan serangga yang bermanfaat dalam sesuatu ekosistem di mana mereka berfungsi sebagai jurutera tanah dan aktiviti yang dilakukan mewujudkan persekitaran yang baik untuk organisma lain. Selain itu, anai-anai berfungsi dalam mengurai bahan mati, kitaran nutrien, memperbaiki nitrogen, dan menyumbang kepada kitaran fluks karbon di dalam tanah (Jouquet et al 2011). Kumpulan pemakanan ini mencatatkan kelimpahan yang tinggi kerana merupakan serangga sosial dan sering dijumpai dalam kelimpahan yang tinggi.

KESIMPULAN

Kajian ini telah berjaya mengenalpasti komuniti makroartropoda tanah yang berasosiasi dengan ekosistem sawit di atas tiga jenis tanah yang berbeza berdasarkan kumpulan berfungsi mengikut kumpulan pemakanan. Berdasarkan kajian ini, kelimpahan dan kepelbagaian komuniti makroartropoda ini bergantung kepada jenis tanah di ekosistem sawit. Selain itu, terdapat interaksi antara mangsa dan pemangsa yang berlaku dalam kalangan komuniti makroartropoda tanah yang telah dikelompokkan sebagai satu komuniti yang berfungsi. Hasil kajian ini merupakan antara rekod pertama makroartropoda tanah yang agak komprehensif membandingkan komposisi komuniti makroartropoda tanah di jenis tanah yang berbeza dan boleh menyumbang kepada kepentingan ekologi serangga dalam ekosistem sawit.

PENGHARGAAN

Kami ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada Ladang Endau Rompin kerana memberi kebenaran untuk melakukan persampelan di ladang sawit tersebut. Selain itu, juga penghargaan turut diberikan kepada En Zabidi dan beberapa pelajar lain termasuklah Wan Nurashikin dan Asraf Bakri yang turut membantu sepanjang persampelan di Ladang Endau Rompin.

RUJUKAN

- Agrawal, A.A. 2003. Why omnivory? *Ecology* (Special Feature) 84(10): 2521.
- Ashford, O.S., Foster, W.A., Turner, B.L., Sayer, E.J., Sutcliffe, L. & Tanner, E.V., 2013. Litter manipulation and the soil arthropod community in a lowland tropical rainforest. *Soil Biology and Biochemistry* 62: 5-12.
- Bardgett, R., 2005. *The Biology of Soil: A Community and Ecosystem Approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Bennet, A. 2010. The role of soil community biodiversity in insect biodiversity. *Insect Conservation and Diversity* 3:157–171.
- Chin, F.Y. 1998. Sustainable use of a ground vegetation under mature oil palm and rubber trees for commercial beef production. *Integrated Crop-Livestock Production System and Fodder Trees*: 35-44.
- Coleman, D.C., Crossley, Jr. D.A. & Hendrix, P.F. 2004. *Fundamentals of Soil Ecology*. USA: Elsevier Inc.
- Corley, R.H.V. & Tinker, P.B. 2008. *The Oil Palm*. Oxford: Blackwell Science.
- Daly, H.V., Doyen, J.T. & Purcel, III, A.H.1998. *Introduction to Insect Biology and Diversity*. New York. Oxford University Press.
- Doblas-Miranda, E., Sánchez-Piñero, F. & González-Megías, A. 2007. Soil macroinvertebrate fauna of a mediterranean arid system: Composition and temporal changes in the assemblage. *Soil Biology and Biochemistry* 39(8): 1916-1925.
- Dunn, R.R., Parker, C.R., Geraghty, M. & Sanders, N.J. 2007. Reproductive phenologies in a diverse temperate ant fauna. *Ecological Entomology* 32:135-142.
- Esteves, F. de A., Brandao, C.R.F. & Viegas, K. 2008. Subterranean ants (Hymenoptera, Formicidae) as prey of fossorial reptiles (Reptilia, Squamata: Amphisbaenidae) in Central Brazil. *Papeis Avulsos de Zoologia* 48(28): 329-334.
- Evenhuis, N.L., Eldredge, L.G., Arakaki, K.T., Oishi, D., Garcia, J.N. & Haines, W.P. 2010. Terrestrial Arthropod Surveys on Pagan Island, Northern Marianas. *Pacific Biological Survey 2010-015 report* 11/2010.
- Faszly Rahim. 2008. Community ecology of termite and pest incidences in converted oil palm plantations on peat in Malaysia. Tesis Dr. Falsafah. Fakulti Sains dan Teknologi. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Foster, W.A., Snaddon, J.L., Turner, E.C., Fayle, T.M., Cockerill, T.D., Farnon Ellwood, M.D., Broad, G.R., Chung, A.Y.C, Eggleton, P., Khen, C.V. & Yusah, K.M. 2011. Establishing the evidence base for maintaining biodiversity and ecosystem function in the oil palm landscapes of South East Asia. *The Royal Society* 366: 3277-3291.

- Greenslade, P.J.M. 1974. Some relations of the meat ant, *Iridomyrmex purpureus* (Hymenoptera: Formicidae) with soil in South Australia. *Soil Biology and Biochemistry* 6(1): 7-14.
- Haas, F. & Gorb, S. 2004. Evolution of locomory attachment pads in the Dermaptera (insect). *Arthropod Struc Dev* 33:45-66.
- Hamilton, A.J., Basset, Y., Benke, K.K., Grimbacher, P.S., Miller, S.E., Novotný, V., Samuelson, G.A., Stork, N.E., Weiblen, G.D. & Yen, J.D., 2010. Quantifying uncertainty in estimation of tropical arthropod species richness. *The American Naturalist* 176(1): pp.90-95.
- Holland, J.M., Perry, J.N. & Winder, L. 1999. The within-field spatial and temporal distribution of arthropods in winter wheat. *Bulletin of Entomological Research* 89 (6): 499-513.
- Jalaludin, N.A., Rahim, F. & Yaakop, S., 2018. Termite associated to oil palm stands in three types of soils in Ladang Endau Rompin, Pahang, Malaysia. *Sains Malaysiana* 47(9): 1961-1967.
- Jouquet, P., Traoré, S., Choosai, C., Hartmann, C. & Bignell, D. 2011. Influence of termites on ecosystem functioning. Ecosystem services provided by termites. *European Journal of Soil Biology* 47(4): 215-222.
- Komonen, A. 2003. Distribution and abundance of insect fungivores in the fruiting bodies of *Fomitopsis pinicola*. *Annales Zoologici Fennici* 40: 495-504.
- Kustritz, M. & Melis, R. 1999. *Over reliance on annual burning, with or without mowing, may be harmful to soil arthropods*. *Tillers* 1: 17-25.
- Lavelle, P. 1996. Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biology International* 33: 3-16.
- Luqman H. A., Noor Nasuha A. A., Dzulhelmi M. N., Nurul Fatihah A. L., Muhamad Fahmi M. H., Teo T. M., Idris. A. B. & Izfa Riza H., 2018. Diversity and composition of beetles (Order: Coleoptera) in three different ages of oil palms in Lekir oil Palm Plantation, Perak, Malaysia. *Serangga* 23(1): 58-71.
- Magurran, A. 1998. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton, N.J: Princeton University.
- Migliorini, M., Pigino, G., Bianchi, N., Bernini, F. & Leonzio, C. 2004. The effects of heavy metal contamination on the soil arthropod community of a shooting range. *Environmental Pollution* 129: 331-340.
- MjM Software. 2001. PC-ORD for Windows, Version 5.0.
- Mohamedova, M. & Lecheva, I. 2013. Effect of heavy metals on microarthropod community structure as an indicator of soil ecosystem health. *Scientific papers. Series A. Agronomy* LVI: 73-78.

- Nielsen, U.N., Ayres, E., Wall, D.H. & Bardgett, R.D., 2011. Soil biodiversity and carbon cycling: A review and synthesis of studies examining diversity–function relationships. *European Journal of Soil Science* 62(1): 105-116.
- Okwakol, J.M.N. 1994 The effect of change in land use on macro fauna communities in Mabira Forest, Uganda. *African Journal of Ecology* 32: 273–282.
- Pérez-Bote, J. & Romero, A. 2012. Epigeic soil arthropod abundance under different agricultural land uses. *Spanish Journal of Agricultural Research* 10(1): 55-61.
- Rota, E., Caruso, T., Migliorini, M., Monaci, F., Agamennone, V., Biagini, G. & Bargagli, R., 2015. Diversity and abundance of soil arthropods in urban and suburban holm oak stands. *Urban Ecosystems* 18(3): 715-728.
- Ruiz, N. & Lavelle, P. 2008. *Soil Macrofauna Field Manual-Technical Level*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Siti-Normah, M.D.S., Sabiha-Hanim, S. & Noraishah, A., 2012. Effects of pH, temperature, enzyme and substrate concentration on xylooligosaccharides production. *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*, pp 72: 1509.
- Stenchly, K., Clough, Y. & Tschardtke, T. 2012. Spider species richness in cocoa agroforestry systems, comparing vertical strata, local management and distance to forest. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 149(0): 189-194.
- Triplehorn, C.A. & Johnson, N.F. 2005. Borror & DeLong's *Introduction to the Study of Insects*. 7th ed. San Francisco: Thompson Brooks.
- Wallwork, J. A. 1976. *The Distribution and Diversity of Soil Fauna*. London; New York: Academic Press.
- Williams, A. C. & Flaxman, S. M. 2012. Can Predators Assess the Quality of Their Prey's Resource? *Animal Behaviour* 83(4): 883-890.
- Wu, D.-H., Zhang, B. & Chen, P. 2006. Community composition and structure of soil macroarthropods under agricultural land uses in the black soil region of Jilin Province, China. *Agricultural Sciences in China* 5(6): 451-455.
- Zeti Ayob. 2013. Komuniti artropoda yang berasosiasi dengan biojisim sawit atas tanah. Tesis Sarjana. Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam. Universiti Kebangsaan Malaysia.