

**KEPELBAGAIAN KUMBANG TANAH (COLEOPTERA: CARABIDAE)
DI LADANG SAWIT ENDAU-ROMPIN, PAHANG, MALAYSIA**

**DIVERSITY OF GROUND BEETLES (COLEOPTERA: CARABIDAE)
IN OIL PALM PLANTATION IN ENDAU-ROMPIN, PAHANG, MALAYSIA**

Nor-Izyani Ahmad Zaki¹, Dzulhelmi Muhammad Nasir², Azuan Aziz³, Luqman-Hakim Azhari¹, Andi Saputra¹, Madihah Halim¹, Siti Asmah Muslim⁴, Nur-Athirah Abdullah¹, Lailatul-Nadhirah Asri¹ & Faszly Rahim^{1,5*}

¹Centre for Insect Systematics, Faculty of Science and Technology,
Universiti Kebangsaan Malaysia,
Bangi, 43600, Selangor

² Biological Research Division, Malaysian Palm Oil Board,
Persiaran Institusi, Bandar Baru Bangi, 43000 Kajang, Selangor

³Pejabat PERHILITAN Daerah Rompin,
KM5 Jalan Rompin-Pekan, 26800 Kuala Rompin, Pahang

⁴Institute for Tropical Biology and Conservation,
Universiti Malaysia Sabah, Jalan UMS 88400,
Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia.

⁵Islamic Science Institute, Universiti Sains Islam Malaysia,
71800 Bandar Baru Nilai, Negeri Sembilan

Corresponding author: faszly@usim.edu.my

ABSTRACT

Coleoptera is the most diverse group of insect with important roles in ecosystem and tremendous economic importance especially in oil palm industry. A study of the diversity and abundance of soil beetles (Coleoptera: Carabidae) on different type of soil in the Endau-Rompin Plantation, Pahang was conducted started in 2009 until 2012. The study aims to determine the diversity and abundance of soil beetle in Endau-Rompin Plantation, Pahang and to provide an inventory of soil beetle in the Endau-Rompin Plantation, Pahang. Samples were collected by using transects and light traps (UV). A total of 657 individuals Carabidae (soil beetles) were successfully recorded for the results of this study. There were five subfamilies namely Harpalinae (75.64%), Trechinae (14.46%), Scaritinae (8.37%), Cicindelinae (1.38%) and Lebiinae (0.15%) which had been recorded. The Shannon-Wiener Diversity Index (H') shows the highest variability in the shallow peat (H' : 1.495) and the lowest is in the deep peat (H' : 0.904). The study of the three soil types did not affect the species numbers present in the study indicated with no significant difference ($p > 0.05$). The probability of overlapping species is based on the presence and absence of Carabidae (soil beetles) species at the study site and is divided into four groups.

Keywords: Diversity, abundance, insect, agriculture, monoculture

ABSTRAK

Coleoptera adalah kumpulan serangga yang mempunyai kepelbagaian yang tinggi dan memainkan peranan yang penting di dalam ekosistem. Ia turut mempunyai kepentingan ekonomi terutamanya di dalam industri sawit. Satu kajian mengenai kepelbagaian dan kelimpahan kumbang tanah (Coleoptera: Carabidae) pada jenis tanah berbeza di Ladang Kelapa Sawit Endau-Rompin, Pahang telah dijalankan dari tahun 2009 sehingga tahun 2012. Objektif kajian adalah untuk mengkaji kepelbagaian dan kelimpahan kumbang tanah Carabid dan menyediakan satu inventori kumbang tanah Carabid di ladang kelapa sawit Endau-Rompin, Pahang. Persampelan yang digunakan untuk kumbang tanah Carabid ini adalah menggunakan transek dan perangkap cahaya (UV). Sejumlah 657 individu kumbang tanah Carabid telah berjaya direkodkan untuk hasil kajian ini. Terdapat lima subfamili iaitu Harpalinae (75.64%), Trechinae (14.46%), Scaritinae (8.37%), Cicindelinae (1.38%) dan Lebiinae (0.15%) yang telah direkod. Indeks Kepelbagaian Shannon-Wiener (H') menunjukkan nilai kepelbagaian yang paling tinggi di kawasan tanah gambut cetek ($H':1.495$) manakala yang paling rendah adalah di kawasan tanah gambut dalam ($H':0.904$). Kajian pada ketiga-tiga jenis tanah ini tidak mempengaruhi bilangan spesies yang hadir di kawasan kajian ditunjukkan dengan chi-square kuasa dua tiada signifikan ($p > 0.05$). Ujian kebarangkalian pertindihan spesies dilakukan berdasarkan kehadiran dan ketidakhadiran spesies kumbang tanah Carabid di lokasi kajian dan dibahagikan kepada empat kelompok.

Kata kunci: Kepelbagaian, kelimpahan, serangga, penanaman, monokultur

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman dunia yang sedang berkembang secara meluas, bukan sahaja di Malaysia malah di Indonesia, New Guinea, Afrika, Amerika Tengah, dan juga Amazon (Laurance et al. 2010). Di Malaysia sahaja, keluasan kawasan penanaman sawit telah meningkat daripada 0.4 juta hektar dalam tahun 1980 kepada hampir 5.85 juta hektar pada tahun 2018 (MPOB 2018). Aktiviti perladangan sawit telah memberi kesan yang besar bukan saja pada ekonomi (Corley & Tinker 2008; Koh & Ghazoul 2008) tetapi juga kepada alam sekitar terutamanya kepupusan spesies flora dan fauna (Koh & Wilcove 2007). Namun begitu, menurut Savilaakso et. al. (2014) jumlah keseluruhan individu organisma dalam ladang kelapa sawit tidak selalunya rendah berbanding hutan semula jadi. Ini kerana, ekosistem di dalam ladang kelapa sawit sendiri mempunyai tumbuhan tutup bumi yang menyediakan habitat, teduhan dan sumber makanan untuk pembiakan serangga dan mamalia kecil di dalam ladang kelapa sawit (Upadhyay et. al 2001; Foster et al. 2001; Kim et al. 2006; Nair 2007). Kajian Foster et al. (2011) menunjukkan masih terdapat beberapa spesies fauna yang boleh meningkat daripada kesan pembukaan hutan kepada kelapa sawit.

Terdapat lebih kurang 386,500 spesies kumbang ini telah diperihalkan di seluruh dunia (Stork 2018). Antaranya adalah kumbang tanah daripada Carabidae yang mempunyai sebanyak 40,000 spesies terekod di seluruh dunia (Ghannem et al. 2017). Kebanyakan kumbang tanah aktif pada waktu malam, namun terdapat sesetengah kumbang carabid yang aktif pada waktu siang dan memakan tisu tumbuhan (Larochelle & Lariviere 2007). Kumbang tanah Carabidae merupakan pemangsa kepada pelbagai serangga kecil dan labah-labah (Knutson & Vala 2011). Ia dianggap sebagai serangga yang bermanfaat kerana tabiat pemakanannya ini yang membantu dalam

mengawalatur populasi serangga perosak dalam ekosistem. Pada tahun 1905, telah dilaporkan bahawa spesies kumbang tanah *C. sycophanta* dari Eropah telah diperkenalkan di England bagi tujuan kawalan biologi ke atas rama-rama Gypsy, *Lymantria dispar*. Selain dari itu, kumbang pemangsa Carabidae daripada spesies *Propagalerita bicolor* (Carabidae) juga telah dilaporkan sebagai kawalan biologi yang berkesan ke atas *Metamasius hemipterus* yang sering diasosiasikan dengan tanaman palma di kawasan tropika Amerika (Howard et. al 2001).

Kumbang carabid mempunyai pelbagai kepentingan dalam ekosistem semulajadi termasuklah ladang kelapa sawit. Namun begitu, sehingga hari ini kajian berkaitan kelimpahan dan kepelbagaian kumbang ini masih belum cukup meluas. Hal ini kerana kajian yang pernah dilakukan lebih tertumpu pada kepelbagaian spesies kumbang di hutan berbanding di kelapa sawit. Manakala, sekiranya terdapat kajian berkaitan kumbang ini dijalankan di kawasan kelapa sawit hasil kajian tersebut lebih tertumpu kepada ejen pendebungaan yang memberi peranan pada pengeluaran hasil kelapa sawit sahaja, sedangkan masih banyak lagi kajian dan kelebihan yang ada pada kumbang ini boleh diperincikan yang membawa kebaikan pada ekosistem.

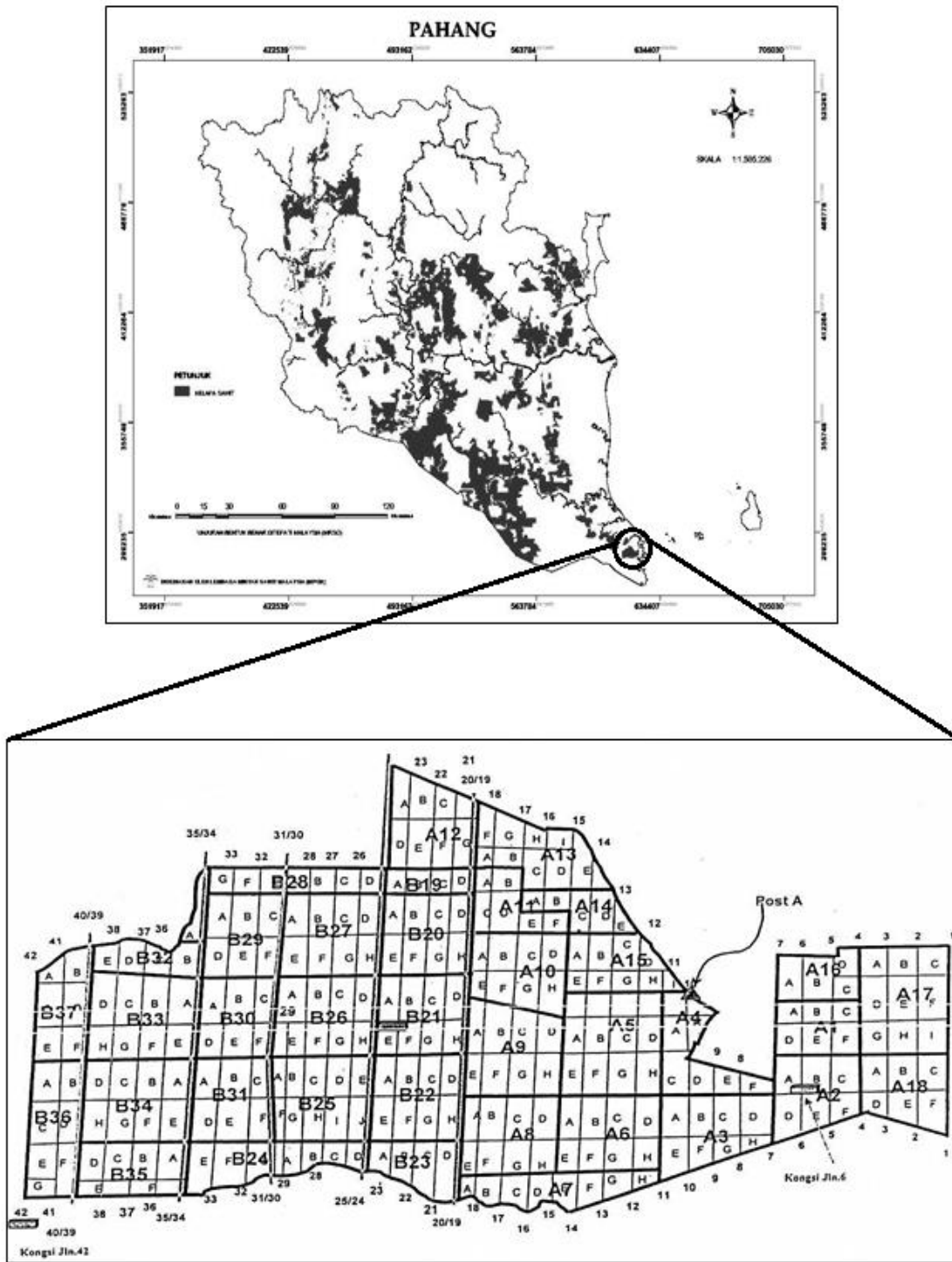
Kajian yang telah dijalankan di Tasik Kenyir oleh Abdullah et al. (2008) telah membuktikan bahawa kumbang tanah carabid adalah sangat sesuai digunakan sebagai pengukur aras gangguan di suatu kawasan. Kajian ini merupakan kajian terbaru dan belum pernah dijalankan terhadap kumbang carabid di kawasan Ladang Endau-Rompin, Pahang. Kepelbagaian dan kelimpahan kumbang ini di Ladang Endau-Rompin masih belum diketahui, dan dengan mengambil kira faktor jenis tanah yang berbeza, setelah lebih daripada 10 tahun dibuka untuk tujuan perladangan, belum ada lagi kajian komprehensif pada kelimpahan dan kepelbagaian kumbang tanah di Ladang Endau-Rompin dijalankan. Kajian ini diharap dapat memberikan gambaran tentang kehadiran dan peranan kumbang carabid di ladang ini. Pada masa yang sama data dan maklumat daripada kajian ini mampu menjadi sumber rujukan bagi inventori spesies kumbang tanah carabid di Ladang Endau-Rompin, Pahang pada masa akan datang.

BAHAN DAN KAEDAH

Tapak Kajian

Kajian ini telah dijalankan di Ladang Endau-Rompin (2° 36'U, 103° 34'T) yang berkeluasan 3,654 hektar milik Yayasan Pahang Plantation Holdings Sdn. Bhd. dan terletak bersempadan dengan Taman Negara Endau-Rompin, iaitu kira-kira 15 km dari Pekan Tanjung Gemok, Kuala Rompin, Pahang dan Padang Endau, Mersing, Johor. (Faszly 2008) (Rajah 1).

Tanah liat, tanah gambut cetek dan dalam merupakan tanah utama yang terdapat di ladang sawit ini. Kelapa sawit mula ditanam sejak tahun 1985 di ladang ini dan plot jalan mewakili umur kelapa sawit di mana peningkatan umur pokok adalah selari dengan peningkatan nombor jalan. Di kawasan ladang ini terdapat parit yang dibina mengikut grid untuk tujuan saliran dan pengawalan air semasa musim kering dan banjir.



Rajah 1. Kawasan Kajian di Ladang Endau-Rompin

Kaedah Persampelan

Persampelan ini telah dilakukan sebanyak tiga kali (Jun hingga Ogos 2009). Sebanyak 12 plot telah dipilih dengan setiap empat plot mewakili persampelan bagi jenis tanah berbeza iaitu pada tanah liat, tanah gambut dalam dan tanah gambut cetek (Jadual 1). Setiap plot persampelan berkeluasan sebanyak lebih kurang empat hektar. Sejumlah 30 perangkap lubang telah dipasang di tiga transek sepanjang 270 m di dalam setiap plot persampelan. Jarak di antara setiap perangkap lubang adalah sebanyak 60 m. Jumlah perangkap lubang yang dipasang pada kesemua 12 plot adalah sebanyak 360 perangkap. Perangkap lubang yang diletakkan terdiri daripada gelas plastik berukuran 12 cm diameter dan berkedalaman 8cm diletakkan di dalam lubang sehingga permukaan gelas separas dengan permukaan tanah. Air sabun yang dicampurkan dengan alkohol 70% diletakkan di dalam gelas plastik. Persampelan turut dilakukan dengan pemasangan satu perangkap cahaya lampu berpendaflour ultralembayung (UV) berkuasa 18-watt yang digantung pada ketinggian empat meter dari paras tanah di setiap plot persampelan. Tisu yang telah dibasahkan dengan etil asetat yang mudah meruap diletakkan di dalam bekas pengumpul spesimen bagi melemahkan serangga-serangga yang tertarik pada lampu UV tersebut.

Jadual 1 Kedudukan plot mengikut jenis tanah dan umur.

Tanah Liat (12 tahun)	Tanah Gambut Cetek (11 tahun)	Tanah Gambut Dalam (≤10 tahun)
Jalan 2	Jalan 14	Jalan 33
Jalan 5	Jalan 15	Jalan 34
Jalan 6	Jalan 18	Jalan 38
Jalan 10	Jalan 20	Jalan 42

Pengecaman Spesies

Pengasingan dan pengepitan spesimen-spesimen adalah mengikut kumpulan masing-masing dengan berpandukan kepada morfologinya. Spesimen-spesimen ini telah dikeringkan untuk beberapa hari dengan menggunakan ketuhar dengan suhu antara 40-50°C. Pengecaman spesimen sehingga ke peringkat genus dan spesies dilakukan dengan berpandukan kepada morfologi luarannya dengan merujuk (Forsythe 2000), pakar dan koleksi yang terdapat di Pusat Sistematik Serangga, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). Spesimen yang telah dikenalpasti dilabelkan dengan berbekalkan nama, genus atau spesies, lokasi, tarikh dan nama pengumpul.

Analisis Data

Dalam menentukan kepelbagaian kumbang tanah, Indeks Kepelbagaian Shannon-Wiener (H'), Indeks Kekayaan Margalef (R') dan Indeks Kesamarataan (E') telah digunakan dalam kajian ini. Kemudian, pertindihan spesies kumbang tanah berdasarkan kebarangkalian pengelompokan spesies mengikut persampelan berdasarkan kedudukan perangkap telah dianalisis berdasarkan analisis pengelompokan dua hala. Analisis ini juga bertujuan untuk merungkai struktur komuniti kumbang tanah dalam kajian ini. Kesemua analisis ini dijalankan dengan menggunakan perisian PCORD 6 (MjM Software, Oregon 2001).

HASIL DAN PERBINCANGAN

Secara keseluruhannya, sejumlah 657 individu daripada lima subfamili iaitu Harpalinae (75.64%), Trechinae (14.46%), Scaritinae (8.37%), Cicindelinae (1.38%) dan Lebiinae (0.15%) telah berjaya dikenalpasti. Kelimpahan kumbang tanah didapati lebih tinggi di kawasan tanah liat (59.56%) jika dibandingkan dengan tanah gambut cetek (21.31%) dan tanah gambut dalam (19.33%). Walau bagaimanapun, analisis Chi-square kuasa-dua menunjukkan bahawa tiada perbezaan yang signifikan antara ketiga-tiga jenis tanah itu ($p > 0.05$). Hal ini menunjukkan bahawa jenis tanah tidak menentukan bilangan individu yang terdapat pada sesuatu kawasan itu.

Namun begitu, indeks kepelbagaian menunjukkan kepelbagaian spesies paling tinggi di tanah gambut cetek, diikuti dengan tanah liat dan tanah gambut dalam (Jadual 3). Nilai kesamarataan juga menunjukkan bahawa tanah gambut cetek adalah yang paling tinggi jika dibandingkan dengan tanah liat dan tanah gambut dalam (Jadual 3). Walaupun jumlah individu yang disampel adalah tinggi di tanah liat, kepelbagaian spesies adalah paling tinggi pada tanah gambut cetek.

Terdapat tujuh genus yang disampel di dalam ladang kelapa sawit Endau-Rompin iaitu *Acupalpus*, *Bembidion*, *Clivina*, *Cosmodela*, *Cylindera*, *Ophionea* dan *Stenolophus*. Genus *Stenolophus* mempunyai kelimpahan yang paling tinggi (73.67%) berbanding *Ophionea* yang mempunyai kelimpahan yang paling rendah (0.15%). Kelimpahan individu bagi morfospesies *Stenolophus* sp. 1 adalah yang tertinggi (43.38 %) diikuti dengan *Stenolophus* sp. 2 (3.29%) dan *Bembidion* sp. (14.46%). Morfospesies kumbang carabid lain didapati mempunyai kelimpahan kurang daripada 10%. (Jadual 2). Daripada hasil kajian ini, *Stenolophus* merupakan genera yang paling dominan kerana mempunyai jumlah individu yang paling banyak ditemui dan juga telah direkodkan pada kesemua jenis tanah. *Ophionea* pula adalah spesies langka kerana mempunyai jumlah individu yang paling sedikit.

Jadual 2. Bilangan individu kumbang mengikut subfamili dan spesies yang terdapat di tanah liat, tanah gambut cetek dan tanah gambut dalam

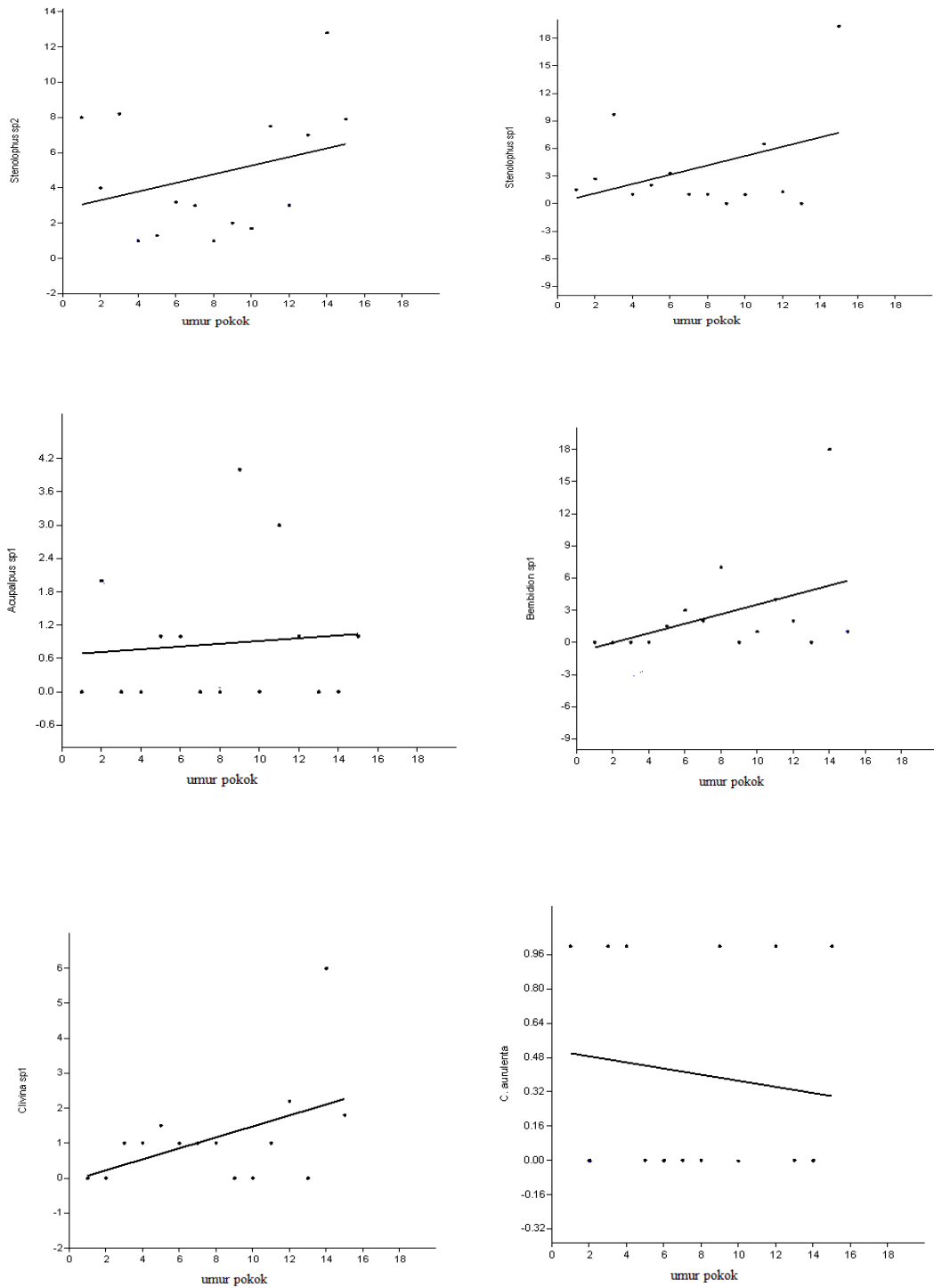
Subfamili	Spesies/Morfospesies	Liat	Gambut Cetek	Gambut Dalam	Σ	%
Trechinae	<i>Bembidion</i> sp.	64	31	0	95	14.46
Scaritinae	<i>Clivina</i> sp.	42	11	2	55	8.37
Harpalinae	<i>Stenolophus</i> sp.1	123	35	41	199	30.29
	<i>Stenolophus</i> sp.2	155	52	78	285	43.38
	<i>Acupalpus</i> sp.	2	9	2	13	1.98
Cicindelinae	<i>Cosmodela aurulenta</i>	2	1	4	7	1.07
	<i>Cylindera</i> sp.	1	1	0	2	0.30
Lebiinae	<i>Ophionea</i> sp.	1	0	0	1	0.15
Jumlah		390	140	127	657	100

Jadual 3. Indeks Kepelbagaian Shannon-Wiener (H'), Indeks Kesamarataan (E') dan Indeks Kekayaan Margalef (R') kumbang tanah Carabidae di tanah liat, tanah gambut cetek dan tanah gambut dalam.

Jenis tanah	H'	E'	R'
Tanah Liat	1.352	0.6501	1.173
Tanah Gambut Cetek	1.495	0.7684	1.214
Tanah Gambut Dalam	0.904	0.5617	0.8257

Kumbang *Stenolophus* merupakan pemangsa kepada serangga yang tinggal di tanah, dan juga memakan najis haiwan-haiwan lain (Capinera 2001). Kumbang dari genus *Clivina* juga bergantung kepada sumber makanan yang sama dengan *Stenolophus*. Persaingan mungkin terjadi antara kumbang-kumbang ini dalam mendapatkan sumber makanan dan kawasan tempat tinggal untuk hidup dan membiak dan hal ini jelas menunjukkan bahawa sesuatu spesies itu telah menjadi dominan kepada spesies yang lain pada sesuatu kawasan. Kumbang dari genera *Bembidion* pula merupakan kumbang pemangsa yang sering dijumpai di tanah liat atau tanah liat berpasir (Lindroth & Bangsholt 1985), dan memakan larva atau ulat dan telur serangga lain yang terdedah di permukaan tanah (Capinera 2008). Sebagai contoh, ia mampu mengesan telur lalat bawang *Delia antiqua* yang tertanam 1cm di dalam tanah (Capinera 2008). Selain itu, *Ophionea* pula merupakan pemangsa kepada larva rama-rama perosak yang menyerang pokok padi (Heinrichs 1994). Di Ladang Endau-Rompin, terdapat kawasan bekas sawah padi berhampiran kawasan di mana *Ophionea* disampel. Kehilangan habitat sawah padi mungkin antara faktor yang telah mengganggu hidupnya.

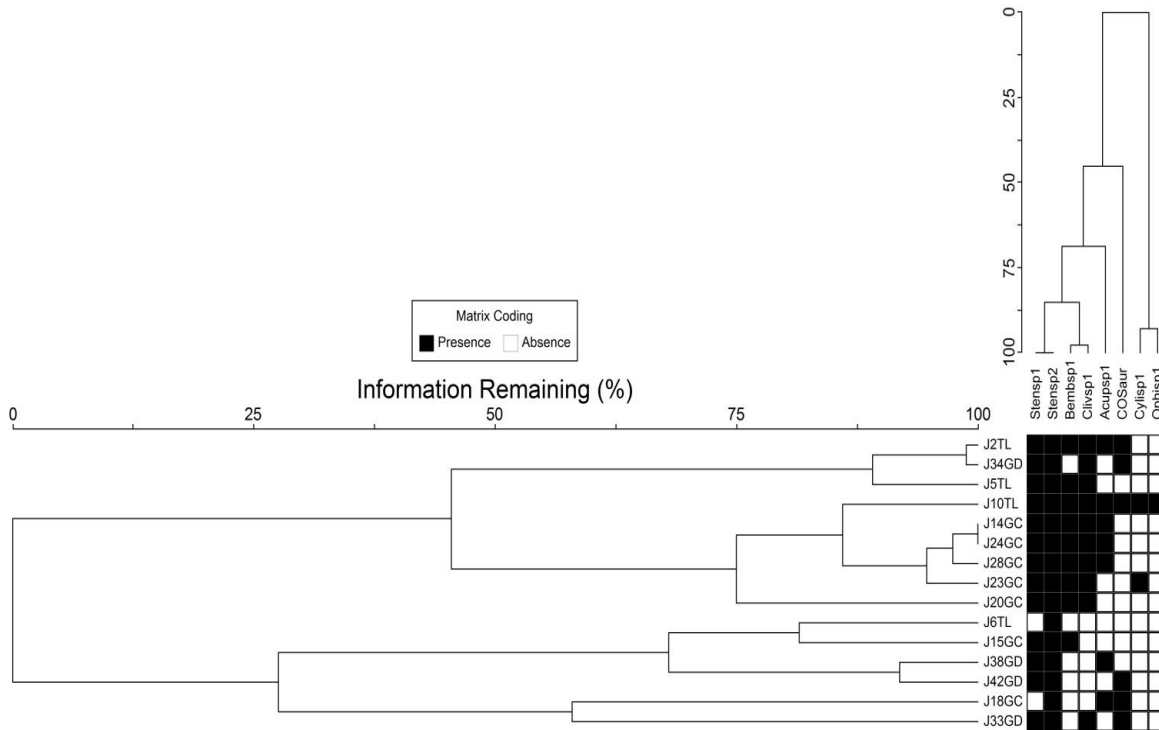
Rajah 2 menunjukkan kelimpahan kumbang tanah merentasi umur pokok sawit di ladang sawit Endau-Rompin. Kumbang dari genus *Stenolophus*, *Bembidion*, *Acupalpus* dan *Clivina* menunjukkan peningkatan individu dari usia pokok sawit yang muda hingga ke tua. Sumber makanan genus kumbang ini seperti ulat pemakan daun sawit menyebabkan kewujudan populasinya besar di dalam ladang (Corley & Tinker 2008). Namun begitu, pemangsa generalis seperti spesies *Cosmodela aurulenta* pula menunjukkan penurunan daripada segi jumlah individu daripada usia pokok sawit muda hingga ke tua. Spesies ini dapat ditemui di pelbagai habitat seperti sekitar kawasan sungai dan denai hutan (Cassola 2009). Di ladang sawit Endau-Rompin, kedudukan hutan adalah berdekatan, dan kawasan pokok-pokok sawit muda adalah berdekatan sekitar itu. Namun, semakin menghampiri kawasan pokok yang lebih tua, spesies ini semakin berkurangan kerana semakin jauh daripada habitat asal spesies ini. Pengurangan sesuatu spesies pada sesuatu kawasan adalah berkaitan dengan gangguan ekosistem (Foster et al. 2011) dan hal ini termasuk di mana perubahan habitat asal kepada penanaman komersial seperti sawit.



Rajah 2. Kelimpahan kumbang merentas umur pokok sawit dari paling muda hingga paling tua.

Ujian kebarangkalian pertindihan spesies dilakukan berdasarkan kehadiran dan ketidakhadiran spesies kumbang tanah di tapak kajian. Unit-unit persampelan dibahagikan kepada empat kelompok sampel (Rajah 3). Semua pengelompokan telah dibahagikan pada nilai kesamaan sebanyak 50%, dan ini telah memerihalkan persamaan spesies yang hadir pada setiap kelompok adalah sebanyak 50%. Analisis ini telah menunjukkan kelompok pertindihan spesies pertama diwakili oleh Jalan 2, Jalan 5 dan Jalan 34 dan wujud pada tanah liat dan tanah gambut dalam. Spesies yang hadir pada kelompok pertindihan ini terdiri daripada spesies *Stenolophus* sp.1, *Stenolophus* sp.2, *Bembidion* sp., *Clivina* sp., *Acupalpus* sp. dan *Cosmodela aurulenta*. Ketiga-tiga plot jalan yang terdapat dalam kelompok ini terdiri daripada pokok sawit tua dan perangkap yang dipasang berdekatan dengan bahagian luar ladang, yang mungkin menjadi faktor kepada persamaan jenis spesies yang hadir pada kelompok ini. Umur pokok kelapa sawit dibuktikan boleh menjadi punca kepada perbezaan komposisi kumbang dimana komposisi kumbang di dalam plot kelapa sawit tua didapati berbeza berbanding di plot kelapa sawit muda (Khair et al. 2017). Pokok kelapa sawit yang muda mempunyai saiz kanopi yang kecil. Ini membolehkan cahaya matahari sampai ke tanah dan meningkatkan kehadiran pelbagai vegetasi lain di dalam plot tanaman. Kehadiran vegetasi yang pelbagai memberi pengaruh kepada komposisi spesies kumbang secara keseluruhannya (Luqman Hakim et al. 2018). Kelompok pertindihan spesies kedua pula diwakili oleh Jalan 10, Jalan 14, Jalan 20, Jalan 23, Jalan 24 dan Jalan 28 yang terdiri dari tanah gambut cetek kecuali Jalan 10 yang terdiri daripada tanah liat. Spesies yang hadir dalam kelompok pertindihan ini boleh dikategorikan sebagai kumbang tanah yang bergantung kepada tanah gambut cetek kerana hampir kesemua plot jalan ini terdiri daripada jenis tanah tersebut kecuali Jalan 10 yang terdiri daripada tanah liat. Menariknya, dua spesies yang ditemui di dalam kelompok kedua ini iaitu *Cylindrasp.* dan *Ophionea* sp. tidak ditemui pada lokasi persampelan yang lain.

Kelompok pertindihan spesies ketiga pula diwakili oleh Jalan 6, Jalan 15, Jalan 38 dan Jalan 42 yang terdiri daripada ketiga-tiga jenis tanah. Kelompok pertindihan ketiga ini pula mencatatkan kumbang tanah generalis iaitu *Stenolophus* sp.1, *Stenolophus* sp.2 dan *Cosmodela aurulenta* yang boleh ditemui di kesemua jenis tanah. Kelompok pertindihan spesies keempat pula terdiri daripada Jalan 18 dan Jalan 33. Jalan 18 adalah dari tanah jenis gambut cetek manakala Jalan 33 ialah jenis tanah gambut dalam. Kelompok pertindihan spesies ini adalah lebih kurang sama dengan kelompok pertindihan spesies pertama kerana terdiri daripada pokok sawit yang tua dan perangkap yang dipasang adalah berdekatan dengan bahagian luar ladang sawit ini.



Rajah 3. Dendrogram peratusan pertindihan spesies kumbang tanah pada plot jalan yang berbeza. GD- Gambut dalam, GC-Gambut cetel, TL- Tanah liat

KESIMPULAN

Sebanyak 657 individu yang terdiri daripada lima subfamili yang merangkumi tujuh genera dan lapan morfospesies telah berjaya dikenalpasti diladang sawit Endau-Rompin. Kumbang tanah dari genera *Stenolophus* adalah yang paling banyak manakala *Ophionea* adalah genera yang paling sedikit ditemui. Tanah liat mencatatkan individu spesies kumbang tanah yang paling banyak, manakala kepelbagaian spesies yang tinggi adalah pada tanah gambut cetek. Selain itu, peningkatan dan penurunan individu bagi sesuatu spesies kumbang tanah boleh dilihat merentasi umur pokok sawit. Kumbang dari genera *Acupalpus*, *Bembidion*, *Clivina*, dan *Stenolophus* menunjukkan peningkatan individu dari usia pokok muda hingga tua manakala spesies *Cosmodela aurulenta* menunjukkan penurunan individu.

RUJUKAN

- Abdullah, F., Sina, I. & Fauzee, F. 2008. The ground beetle fauna (Coleoptera: Carabidae) of Kenyir Water Catchment, Terengganu, Peninsular Malaysia. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11 (21): 2478-2483.
- Capinera, J.L. 2001. *Handbook of Vegetable Pests*. USA: San Diego. Academic Press.
- Capinera, J.L. 2008. Onion maggot, *Delia antiqua* (Meigen) (Diptera Anthomyiidae). Dlm. Capinera, J.L. (pnyt). *Encyclopedia of Entomology*, hlm 2673–2676. Springer Netherlands.
- Cassola, F. 2009. Studies of tiger beetles CLXXXII. Collecting notes from Sarawak, Malaysia with description of a new species of *Cylindera* of the Subgenus *Leptinomera* (Coleoptera: Cicindelidae). *Tropical Zoology* 22: 219 – 235.
- Corley, R.H.V. & Tinker, P.B.H. 2008. *The Oil Palm*. Ed. K–5. USA: John Wiley & Sons.
- Faszly, R. 2008. Community ecology of termites and pest incidences in converted oil palm plantation on peat in Malaysia. Ph.D. Thesis. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Forsythe, T.G. 2000. *Ground beetles*. 2nd ed. UK: Richmond Publishing Company Ltd.
- 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., Chey Vun Khen & Yusah, K.M. 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.
- Ghannem, S., Bejaoui, M., Gahdab, C. & Boumaiza, M. 2017. Biodiversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) from Northern Tunisia. *Journal of the Kansas Entomological Society* 90(1): 31-44.
- Heinrichs, E.A. 1994. *Biology and Management of Rice Insect*. India: New Delhi. M.I. Thomas.
- Howard, F.W., Giblin-Davis, R., Moore, D. & Abad, R. 2001. *Insects on Palms*. New York: CABI.
- Khair, A.B.A., Muzamil, M.F.M., Yusop, R.M., Hamid, N.H., Naser, M.Y.M., Hazmi, I.R.H.R., Ahmad, A.H & Ghani, I.A. 2018. Canopy versus epigeal beetle species differential diversity and feeding ecological characteristics employing light-based trapping methods across different oil palm age stand types. *Serangga* 22(1): 33-64
- Kim, J., Williams, N. & Kremen, C. 2006. Effects of cultivation and proximity to natural habitat on ground-nesting native bees in California sunflower fields. *J. Kans. Entomol. Soc.* 79: 309–320.

- Knutson, L.V. & Vala, J-C. 2011. *Biology of Snail-Killing Sciomyzidae Flies*. New York: Cambridge University Press.
- Koh, L.P. & Wilcove, D.S. 2007. Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity? *Conservation Letters* 1(2): 60-64.
- Koh, L.P. & Ghazoul, J. 2008. Biofuels, biodiversity, and people: understanding the conflicts and finding opportunities. *Biological Conservation* 141: 2450–2460.
- Larochelle, A. & Lariviere, M-C. 2007. Carabidae (Insecta: Coleoptera): Synopsis of supraspecific taxa. *Fauna of New Zealand* 60:1-188.
- Laurance, W.F., Koh, L.P., Butler, R., Sodhi, N.S., Bradshaw, C.J.A., Neidel, J.D., Consunji, H. & Vega, J.M. 2010. Improving the performance of the roundtable on sustainable palm oil for nature conservation. *Conservation Biology* 24(2): 377-381.
- Lindroth, C.H. & Bangsholt, F. 1985. The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica* 15 (1): 130-150
- Luqman Hakim, A. Noor Nasuha, A.A, Dzulhilmi, M.N., Nurul Fatihah, A.L., Muhammad Fahmi, M.H., Teo, M.N., Ghani, I.A., & Hazmi, I.R. 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
- Nair, P.K.R., 2007. The coming of age of agroforestry. *J. Sci. Food Agric.* 87:1613-1619.
- Savilaakso, S., Petrokofsky, G., Zrust, M. & Guariguata, M.R. 2014. *Palm Oil and Biodiversity*. London: CIFOR.
- Stork, N.E. 2018. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth? *Annual Review of Entomology* 63: 31-45.
- Upadhyay, R.K., Mukerji, K.G. & Chamola, B.P. 2001. *Biocontrol Potential and Its Exploitation in Sustainable Agriculture: Insect Pests*. New York: Springer Science & Business Media.